



Genetablering af skov på stormfaldsarealer ved naturlig foryngelse

Brunner, Andreas; Petersen, Flemming Rune

Publication date:
2005

Document version
Også kaldet Forlagets PDF

Citation for published version (APA):
Brunner, A., & Petersen, F. R. (2005). *Genetablering af skov på stormfaldsarealer ved naturlig foryngelse*. Skov & Landskab, Københavns Universitet.



Skov & Landskab

Center for Skov,
Landskab og
Planlægning • KVL

Genetablering af skov på stormfalds- arealer ved naturlig foryngelse

Andreas Brunner og Flemming Rune

Arbejdsrapport Skov & Landskab nr. 11-2005

Rapportens titel

Genetablering af skov på stormfaldsarealer ved naturlig foryngelse

Forfatter

Andreas Brunner og Flemming Rune

Serie

Arbejdsrapport *Skov & Landskab* nr. 11-2005

Rapporten publiceres udelukkende elektronisk på www.SL.kvl.dk

ISBN

87-7903-200-1

Udgiver

Skov & Landskab

Hørsholm Kongevej 11

2970 Hørsholm

Tlf. 3528 1500

E-post: sl@kvl.dk

Gengivelse er tilladt med tydelig kildeangivelse

I salgs- eller reklameøjemed er eftertryk og citering af rapporten samt anvendelse af navnet *Skov & Landskab* kun tilladt efter skriftlig tilladelse

Skov & Landskab er et
selvstændigt center for
forskning, undervisning,
formidling og rådgivning
vedr. skov, landskab og
planlægning ved Den
Kgl. Veterinær- og
Landbohøjskole (KVL)

Indhold

| | |
|--|----|
| 1. Sammenfatning | 1 |
| 2. Baggrund | 2 |
| 3. Eksisterende viden | 2 |
| 4. Forsøgets formål | 4 |
| 5. Forsøget | 6 |
| 5.1 Forsøgsdesign | 6 |
| 5.1.1 Plantede kulturer | 7 |
| 5.2 Lokalteter | 8 |
| 5.2.1 Frederikshåb Plantage | 12 |
| 5.2.2 Lovrup Skov | 15 |
| 5.2.3 Stursbøl Hegn | 18 |
| 5.3 Forsøgsanlæg | 22 |
| 5.3.1 Afsætning og markering af parcellerne | 22 |
| 5.3.2 Rydning | 23 |
| 5.3.3 Hegning | 25 |
| 5.3.4 Plantning | 25 |
| 6. Metoder | 27 |
| 6.1 Frøfald | 27 |
| 6.2 Naturlig foryngelse | 28 |
| 6.2.1 Temporære stikprøveflader | 29 |
| 6.2.2 Permanente stikprøveflader | 29 |
| 6.3 Plantede kulturer | 32 |
| 6.4 Fotoregistering | 32 |
| 6.5 Statistiske metoder | 32 |
| 7. Resultater | 33 |
| 7.1 Frøfald | 33 |
| 7.2 Naturlig foryngelse | 36 |
| 7.2.1 Tilstand fire år efter stormfaldet | 37 |
| 7.2.2 Etablering og vækst efter stormfaldet | 46 |
| 7.2.3 Effekter af forsøgsfaktorerne | 49 |
| 7.2.4 Effekter af andre vækstfaktorer | 52 |
| 7.3 Plantede kulturer | 55 |
| 8. Bundfloraens udvikling på stormfaldsarealer | 58 |
| 8.1 Introduktion | 58 |
| 8.2 Metoder | 58 |
| 8.3 Resultater | 59 |
| 8.4 Diskussion | 61 |
| 8.5 Konklusioner og perspektivering | 62 |
| 9. Konklusion | 63 |

| | |
|---|----|
| 10. Forsøgets fremtid..... | 64 |
| 11. Taksigelser..... | 65 |
| 12. Litteratur..... | 65 |
| 13. Bilag | 70 |
| 13.1 Bilag 1: Projektkontrakt | 71 |
| 13.2 Bilag 2: Aftaler med værtsdistrikterne | 80 |
| 13.3 Bilag 3: Luftfotokort 1999 | 84 |
| 13.4 Bilag 4: Skovkort efter stormfaldet 1999 | 91 |
| 13.5 Bilag 5: Udvalgte fotografier af forsøgsparcellerne..... | 96 |

1. Sammenfatning

Naturlig foryngelse som metode til genkultivering efter fladefald har næsten ikke været i brug i Danmark, men undersøgelser og erfaringer fra udlandet viser at metoden kan bruges de steder, hvor forudsætningerne er givet.

Rapporten beskriver anlæggelse af et langsigtet forsøg i 2000, som afprøver naturlig foryngelse efter fladefald i sønderjyske nåletræsplantager. Forsøgsparcerne er manipuleret ved at rydde de væltede træer på en del af parcellerne, ved at afprøve forskellige genkultiveringsmodeller med naturlig foryngelse eller plantede kulturer og ved at hegne halvdelen af alle parceller. Behandlingerne blev gentaget fire gange i hver af de tre skove: Frederikshåb Plantage, Lovrup Skov og Stursbøl Hegn. Den samlede størrelse af forsøget er 42 ha.

Den naturlige foryngelse i forsøget blev registreret intensivt de første fire år efter stormfaldet. Resultaterne er foreløbige på grund af den korte tidshorisont, men viser, at det er muligt at genetablere skov på stormfaldsarealer ved hjælp af naturlig foryngelse. Foryngelsen kan i vid udstrækning bygge på de planter, som var etableret før stormen. For etableringen af foryngelsen efter stormfaldet er afstanden til frøkilderne en af de vigtigste faktorer. Rydningen skal tage mest muligt hensyn til foryngelsen, hvis den skal bruges, fordi rydningen kan ødelægge en ellers komplet foryngelse. Vildtet kan have en betydelig effekt på træartssammensætningen i foryngelsen, men den viste sig kun svagt i forsøget. Bundvegetationen i hedeplantagerne ser ikke ud til at være en hindring for naturlig foryngelse på stormfaldsarealerne. Den naturlige foryngelse varierer meget i tæthed, rumlig fordeling og artssammensætning og kræver en aktiv indsats i situationer, hvor den er utilstrækkelig.

2. Baggrund

Den 3. december 1999 væltede en orkan store mængder træ i Sønderjylland og andre dele af landet og efterlod 15.000 ha fladefald, som efterfølgende blev genkultiveret med stor intensitet. Stormfald er en naturlig proces i mange skovregioner i Europa. Selv om vores ofte homogene og nåletræsdominerede skove er mere udsat for fladefald end naturskoven, så vil fladefald også i fremtidens naturnære drift være uundgåeligt. Store fladefald i 1990 i Sydtyskland, Schweiz og Østrig og i 1999 i Frankrig, Schweiz, Sydtyskland, Danmark og Sverige har sat fokus på stormskaderne og den efterfølgende genetablering af skoven. Men historien viser, at store stormskader kommer med jævne mellemrum og vil derfor uden tvivl fortsat være et problem for skovbruget.

Den vanskelige økonomiske situation for skovdriften i Centraleuropa og konverteringen til naturnær skovdrift fører til en øget interesse også at benytte naturlig foryngelse til genkultivering af stormfaldsarealerne. Derudover kan det forventes, at naturlig foryngelse kan være med til at skabe mere stormresistente skove i fremtiden. Stormfaldet giver en mulighed for at konvertere skoven til en anden træartssammensætning, som er mere stormstabil og naturnær. Der kan potentielt spares kulturomkostninger ved at benytte naturlig foryngelse på de steder, hvor man kan forvente en tæt opvækst af de ønskede træarter af høj kvalitet.

Genkultiveringen af åbne arealer efter fladefald er en vanskelig opgave, fordi træerne er ubeskyttede mod klimaekstremer og udsat for forsumpning, insektskader, mus og vildtbid. Selv om den traditionelle genkultiveringsmetode med rydning og maskinel gentilplantning efter jordbearbejdning er vel afprøvet og tager hensyn til de mange mulige risici, kan det ikke udelukkes, at metoden selv er med til at øge nogle af problemerne.

Erfaringerne med naturlig foryngelse på stormfaldsarealerne i Danmark er meget begrænsede og derfor blev metoden efter stormen i 1999 ikke anvendt. Vi iværksatte derfor i år 2000 et forskningsprojekt, som skal samle erfaringer med metoden, dels ved at indsamle og formidle eksisterende viden fra ind- og udlandet, dels ved at afprøve metoden i et forsøg.

3. Eksisterende viden

Denne afsnit giver et kort overblik over den eksisterende viden angående naturlig foryngelse på stormfaldsarealer (se også Brunner 2002b for et lignende overblik).

Store stormskader i Centraleuropa i løbet af de sidste 15 år har startet en intensiv videnskabelig undersøgelse af naturlig foryngelse efter stormfald, specielt i Tyskland, Schweiz og Frankrig. En lang række publikationer beskriver forskningsresultater og praktiske erfaringer med metoden (Mange publikationer i litteraturlisten i afsnit 12 vil ikke blive citeret her, men er grundlag for det fremstillede). Der foreligger også mange større sammenfattende publikationer (Brunner 2002a, Fischer 2002, Schönenberger *et al.* 2002, Huss & Hehn 2001, Peltola 2000, Fischer & Mössmer 1999, Fischer 1998, Schönenberger & Lässig 1995, Otto 1994).

Naturlig foryngelse er mere usikker end andre kulturmetoder. Usikkerheden skyldes de mange faktorer, som har indflydelse på foryngelsesprocessen (tabel 1). Som en følge af variationen i f.eks. frøtætheden og jordbundsforhold viser naturlig foryngelse typisk en større variation end plantede kulturer i træartssammensætning, tæthed, vækst og kvalitet. Store huller uden opvækst i den naturlige foryngelse kan man senere udbedre med plantning.

Naturlig foryngelse, som allerede var etableret før stormen, kan overleve efter fladefald og bidrage til opvæksten. Den eksisterende opvækst ligner typisk den tidligere bevoksning i sammensætning af træarter. Efter stormfaldet etablerer der sig flere pionértræarter (f.eks. birk, røn, pil, el,

asp, skovfyr, lærk), men også andre arter fra tilbageværende frøkilder. Ask og ær er ikke typiske pionerer, men er dog på samme måde i stand til at producere store mængder frø hvert år og findes derfor hyppigt efter stormfald på de bedre lokaliteter.

Tabel 1. Faktorer ved etablering og vækst af naturlig foryngelse efter fladefald. (Styringsmulighederne er fremhævet med **fed**)

| |
|--------------------------------------|
| Lokalitetsforhold: |
| - Klima |
| - Humus |
| - Jordbund (næringsstoffer, vand) |
| Tidligere bevoksning: |
| - Træarter |
| - Alder |
| - Tæthed |
| - Bundflora |
| - Humus |
| - Frøforråd |
| Resterende bevoksning: |
| - Beskyttelse |
| - Frøkilde |
| - Skader ved skovning |
| Nabobevoksninger: |
| - Beskyttelse |
| - Frøkilde |
| - Skader ved skovning |
| - Afstand (størrelse af åbent areal) |
| Skovning af stormfældet træ: |
| - Skader på opvæksten |
| - Blotlægning af mineraljord |
| - Jordkomprimering |
| Bundvegetation |
| Skader: |
| - Frost, tørke |
| - Insekter |
| - Vildtbid |
| - Mus |

Af de mange faktorer, som har indflydelse på etablering og vækst af naturforyngelse efter fladefald (tabel 1), er der kun enkelte som kan styres ved skovdyrkningen:

- Den resterende bevoksning udgør en vigtig frøkilde og beskytter opvæksten mod klimaekstremer. På arealer, som er længere væk end den gennemsnitlige frøspredningsafstand for de fleste vindspredte frø på 50 – 100 m, kan man ikke forvente en tilstrækkelig tæt naturlig foryngelse. Kun birk og pil kan sprede deres frø i tilstrækkelige mængder over endnu større distancer. Art, antal og placering af frøkilderne har derfor meget stor betydning.
- Skovning og udkørsel af stormfældet træ kan forstyrre den eksisterende opvækst (Korten 2002, Wohlgemuth *et al.* 2002). Men den blotlægger også mineraljorden til senere frøspiring.
- Konkurrerende vegetation kan især på de bedre lokaliteter være den afgørende hindring for naturforyngelsens etablering og opvækst. Afhængig af vegetationens udviklingshastighed efter stormen kan man derfor kun regne med tilstrækkelig gode frøspiringsbetingelser de første to til fem år efter blotlæggelsen.
- Vildtet har i de fleste skove en stor indflydelse på træartssammensætning og vækst af naturlig foryngelse. Om vildtbid også er en begrænsende faktor på stormfaldsarealer er imidlertid usikkert. Den hurtige udvikling af bundvegetationen og foryngelsen kan eventuelt overstige råvildtets kapacitet (Senn *et al.* 2002, Rüegg & Schwitter 2002, Wohlgemuth *et al.* 2002).

Også musene kan være en væsentlig skadefaktor, og musepopulationens størrelse hænger ofte sammen med græssets dækning.

- Jordbundstilstanden og specielt humuslaget kan forhindre frøspiring. En jordbearbejdning, som blotlægger mineralbunden, kan derfor øge plantetallet. Men der findes også lokaliteter, hvor jordbearbejdningen samtidig fører til en stærk fremspiring af konkurrerende vegetation. De største forhindringer for naturlig foryngelse på stormfaldsarealer er typisk manglende frøkilder, den konkurrerende bundvegetation, ødelæggelse af opvæksten under rydningen og eventuelt vildtbid.

Naturlig foryngelse kan bruges i skove uden træproduktionsformål, f.eks. på magre jorder. Afhængig af opvækstens tæthed, kvalitet og artssammensætning kan den også bruges til træproduktion, med eller uden supplerende plantninger. I kulturmodeller, hvor der kun plantes et mindre antal i grupper, kan naturlig foryngelse fylde ud mellem grupperne. Endelig kan naturlig foryngelse bruges som forkultur for mere følsomme træarter.

Naturlig foryngelse kan – til forskel fra plantede kulturer – også kræve specielle hensyn i udrensningsfasen, fordi blandingen af træarterne ikke på forhånd er i ensartede grupper, som garanterer overlevelse og god kvalitet af alle arter i blandingen. Kvaliteten kan også være et problem på grund af opvækstens ujævne rumlige fordeling eller et uhensigtsmæssigt genetisk materiale.

Der findes mange erfaringer med naturlig foryngelse efter fladefald i 1990 fra Tyskland (Brunner 2000a, b, Brunner & Klitgaard 2001, Fischer 1998, Otto 2000) og Schweiz (Schönenberger 2002, Rüegg & Schwitter 2002, Lässig *et al.* 1995), som kan sammenfattes i følgende tre punkter:

- Opvæksten var i begyndelsen ofte usynlig, men der fandtes som regel mere end forventet.
- Planterne var ofte ujævnt fordelt på arealet.
- Rødgran dominerede mange steder.

Erfaringer med naturlig foryngelse efter stormfald fra Danmark er meget begrænsede. Et enkelt eksempel er berømt, fordi den naturlige foryngelse var i konflikt med Skovloven. I Trend Skov blev naturlig foryngelse af birk og røn brugt i større omfang til genetablering efter fladefald i 1981. Resultaterne er blevet undersøgt i en specialeafhandling (Madsen 2002, Madsen & Nielsen 2001), som viser, at den naturlige foryngelse af birk og røn her var tilstrækkelig til at genetablere skoven, og at supplerende såninger ikke bidrog meget til foryngelsen. Men der findes også en del andre udokumenterede eksempler i Danmark, specielt efter stormen i 1967 i løvskovene i Østdanmark.

De første resultater fra vores forsøg er blevet publiceret (Brunner 2002c) og den eksisterende viden er sammenfattet og tilpasset danske forhold (Brunner 2001).

4. Forsøgets formål

Skov- og Naturstyrelsen understøttede projektet 'Genetablering efter fladefald i sønderjyske nåletræsplantager ved hjælp af naturlig foryngelse' i perioden 2000 – 2004 med forskningsmidler (afsnit 13.1) og reserverede store arealer til forsøget. Indenfor projektperioden skulle forsøget anlægges og den naturlige foryngelse følges intensivt med flere opmålinger. Forsøget blev iværksat i foråret 2000 efter et omfattende fladefald den 3. december 1999 i sønderjyske skove. Rydningen af de stormfældede arealer var i februar og marts 2000 allerede så godt i gang, at undersøgelserne begyndte med meget kort varsel for at sikre arealer til forsøget.

Forsøgets formål er at undersøge muligheder for genetablering efter stormfald ved hjælp af naturlig foryngelse. Foryngelsen er enten til stede i de væltede bevoksninger eller etablerer sig naturligt efter stormfaldet. Metoden har ikke været brugt i Danmark og derfor mangler erfaringer. Forsøget skal specielt undersøge effekterne af vigtige faktorer, som f.eks. rydningen og vildtbid. Forsøget skal også undersøge risici ved metoden og beskrive lokalitetsforskelle. For at sammenligne naturlig foryngelse med den konventionelle metode på stormfaldsarealerne, undersøges også plantede kulturer. Undersøgelsen er begrænset til sønderjyske hedeplantager med væltede rødgranbevoksninger.

Projektet og rapporten omfatter to dele (se også afsnit 13.1):

- Naturlig foryngelse på stormfaldsarealerne, som er hovedparten af rapporten, og skrevet af Andreas Brunner.
- Bundfloraens udvikling på stormfaldsarealer (afsnit 8) er skrevet af Flemming Rune.

5. Forsøget

5.1 Forsøgsdesign

Vi etablerede et forsøg med en tidshorisont på flere årtier for at undersøge den naturlige foryngelse. Forsøget afprøver fire forskellige genkultiveringsmodeller efter fladefald i rødgranbevoksninger (figur 1):

1. Urørt, uden rydning, udelukkende naturlig foryngelse
2. Urørt efter rydning, udelukkende naturlig foryngelse
3. Naturlig opvækst bruges til en af de følgende kulturmodeller efter rydning:
 - a – tilstrækkelig tæt opvækst suppleres med løvtræer
 - b - forkultur til senere etablering af følsomme løvtræer
4. "Normal" plantekultur efter rydning

Alle fire genkultiveringsmodeller afprøves indenfor og udenfor heget. Det giver sammenlagt 8 forskellige behandlinger, som bliver afprøvet på forsøgsparceller (figur 1). Forsøgsdesignet svarer til et split-plot design med hovedfaktorerne genkultiveringsmodel og hegning.

| | |
|--|---|
| 1: Urørt, uden rydning | 1h: Urørt, uden rydning |
| | |
| 2: Urørt efter rydning | 2h: Urørt efter rydning |
| | Hegn -> |
| 3: Kultur- model med naturlig opvækst | 3h: Kultur- model med naturlig opvækst |
| | |
| 4: "Normal" kultur | 4h: "Normal" kultur |

Figur 1. Parcellskema for en forsøgsblok.
Grå striber er bufferarealer mellem forsøgsparcellerne.

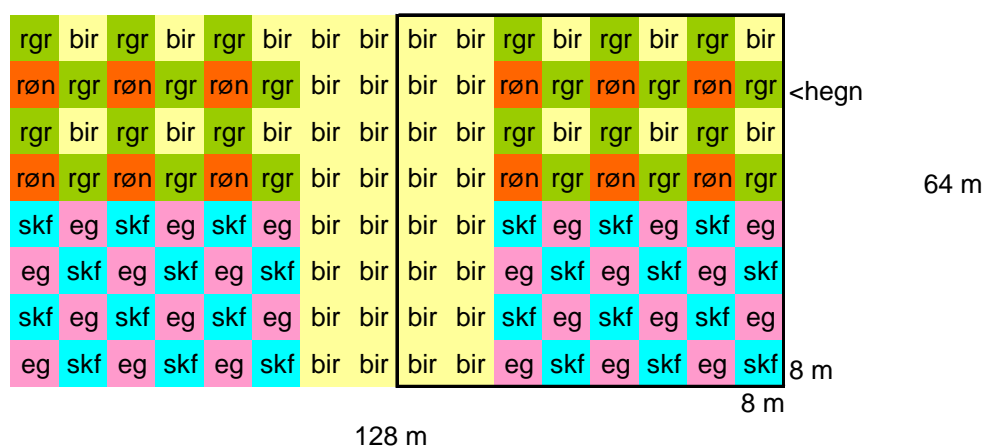
Genkultiveringsmodel 3 er endnu ikke realiseret, fordi foryngelsen udviklede sig langsommere end forventet og en suppling af den naturlige foryngelse forventes derfor først i løbet af de næste fem år at være nødvendig og mulig. Indtil da vil parcellerne med genkultiveringsmodel 2 og 3 være behandlet ens. Derfor er genkultiveringsmodellerne 1 – 3 reduceret til faktoren rydning i undersøgelserne af den naturlige foryngelse.

5.1.1 Plantede kulturer

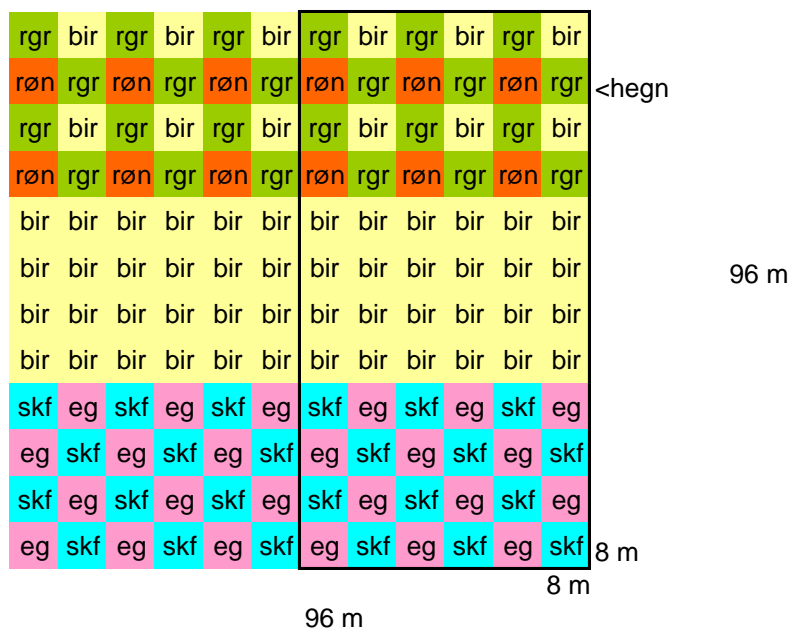
1. Afprøvning af træarter, som også forventes i naturlig foryngelse: rødgran, birk, røn
2. Ammetræer af pionérarten birk
Eventuel senere suppleret med plantning, såning og/eller selvforyngelse
3. Afprøvning af tolerante arter med produktionsformål og potentiale for senere konvertering:
skovfyr og eg

Tabel 2. Træartsblanding i plantningsmodellerne (her for 70 x 70 m parceller).

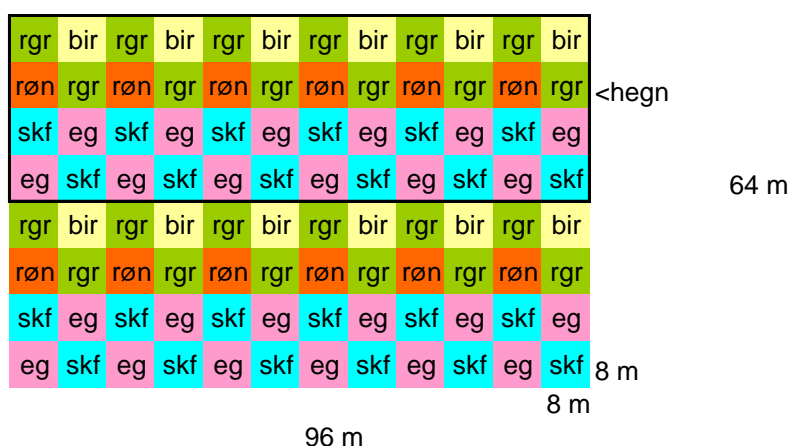
| Art | Antal grupper per parcel | Antal grupper per blok | Areal per parcel (ha) | Antal planter per ha | Antal planter per gruppe |
|--|-----------------------------|---------------------------|-----------------------------|-------------------------|-----------------------------|
| Model 1: Afprøvning af træarter, som også forventes i naturlig foryngelse | | | | | |
| Rødgran | 12 | 24 | 0.08 | 3,900 | 25 |
| Birk | 6 | 12 | 0.04 | 3,125 | 20 |
| Røn | 6 | 12 | 0.04 | 3,125 | 20 |
| Model 2: Ammetræer af pionérart | | | | | |
| Birk | 16 | 32 | 0.10 | 3,125 | 20 |
| Model 3: Afprøvning af tolerante arter | | | | | |
| Skovfyr | 12 | 24 | 0.08 | 3,900 | 25 |
| Vintereg | 12 | 24 | 0.08 | 3,900 | 25 |
| <i>I alt</i> | <i>64</i> | <i>128</i> | | | |



Figur 2. Planteringsskema for to 70 x 70 m parceller.



Figur 3. Plantningsskema for to 50 x 100 m parceller.



Figur 4. Plantningsskema for to 33 x 100 m parceller.

5.2 Lokalteter

Dette afsnit giver et overblik over forsøgets placering og vækstbetingelserne i forsøget.

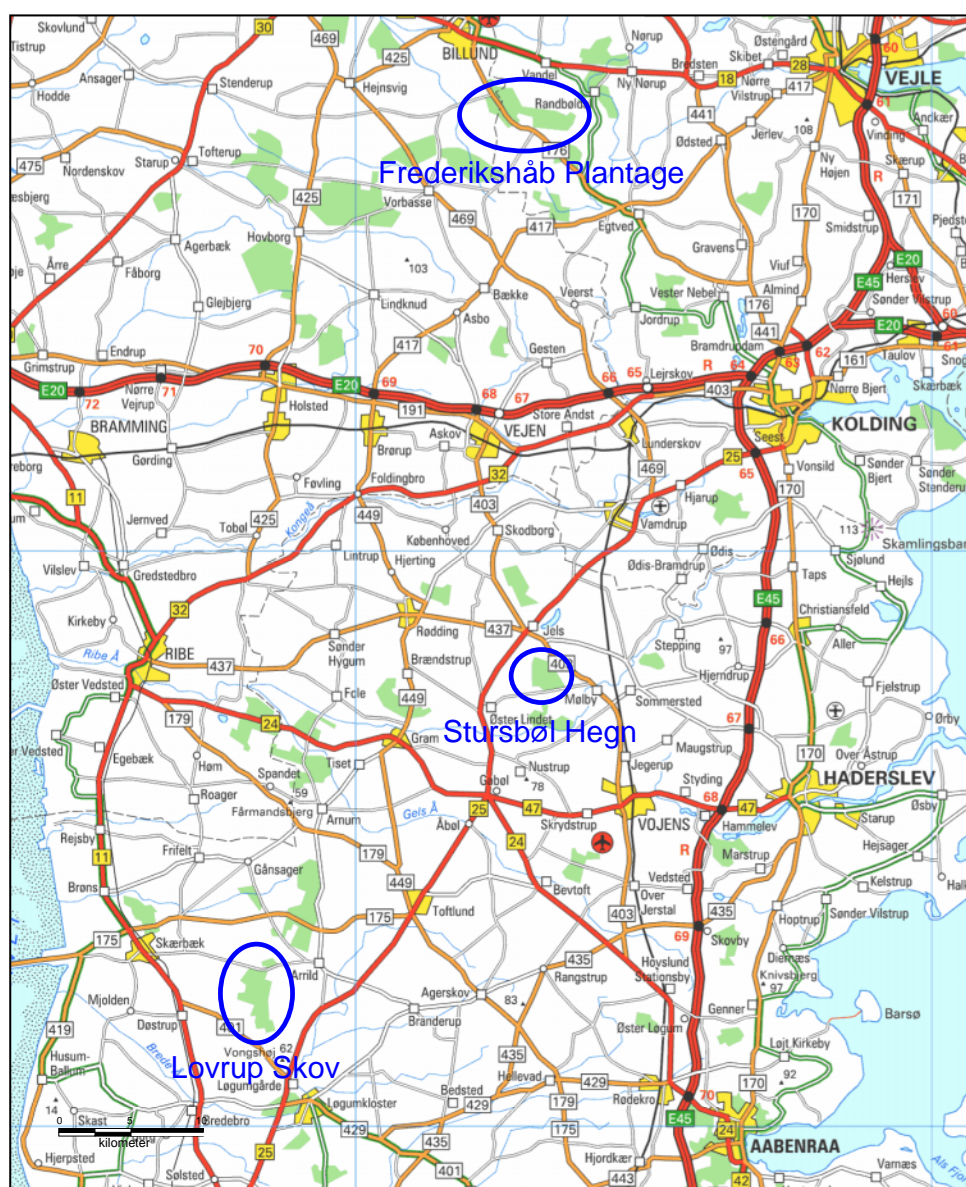
Forsøget blev etableret i 3 forskellige skove (tabel 3). Placeringen af skovene fremgår af kortet i figur 5 og forsøgsblokkenes placering er gengivet på kortene i figur 8 - figur 21. Legenden til kortene er givet i figur 6. Grundlag for kortene er Skov- og Naturstyrelsens digitale skovkort fra 2000 med litraindeling og topografiske detaljer.

Lokaliteterne blev udvalgt, fordi de alle havde fladefald i rødgranbevoksninger på store arealer og derfor gav mulighed for at etablere 4 forsøgsblokke à cirka 4 ha. Udvalget af lokaliteterne var også begrænset af rydningen i februar/marts 2000, fordi vi ønskede at undersøge den naturlige foryngelse før og efter rydningen. Rydningen var i februar 2000 allerede nået så langt, at der kun var få arealer at vælge imellem. Da projektet iværksattes, blev rydningen stoppet på de pågældende arealer, i enkelte tilfælde først ude i skoven af vores målemedarbejdere.

Tabel 3. Placering af forsøgsblokkene.

| Statsskov- distrikt | Skov | Afdeling | Blok- nummer | UTM* East SV-hjørne (m) | UTM* North SV-hjørne (m) |
|------------------------|-----------------------|----------------------------|-----------------|-------------------------------|--------------------------------|
| Randbøl | Frederikshåb Plantage | 92 | F1 | 513.205 | 6.170.410 |
| | | 99 | F2 | 512.803 | 6.169.746 |
| | | 115 | F3 | 513.718 | 6.169.676 |
| | | 778 | F4 | 510.341 | 6.169.898 |
| Lindet | Lovrup Skov | 411, 410 | L1 | 492.982 | 6.110.977 |
| | | 185 | L2 | 492.770 | 6.110.898 |
| | | 185 | L3 | 492.930 | 6.110.557 |
| | | 414, 415 | L4 | 493.352 | 6.108.388 |
| Haderslev | Stursbøl Hegn | 787, 788, 789 | S1 | 513.046 | 6.130.832 |
| | | 808, 809 | S2 | 513.307 | 6.131.399 |
| | | 800, 810, 811, 826, 827 | S3 | 512.704 | 6.131.157 |
| | | 795, 796, 816, 817 | S4 | 514.319 | 6.130.885 |
| | | | | | |

* UTM-zone EUREF89 Z32



Figur 5. Placering af forsøgsskovene.

Tabel 4. Stormfældede bevoksninger på forsøgsparcellerne.

| Blok | Parceller | Afdeling, litra | Træarter (Indblandings-%) | Alder 1999 (år) | Bemærkninger |
|------|---------------------|-----------------|------------------------------|-----------------------|---|
| F1 | 2, 2h, 3, 3h | 92a | RGR | 81 | |
| | 3, 3h, 4, 4h | 92b | RGR | 108 | |
| | 3h, 4h | 92d | RGR | 89 | |
| F2 | Alle | 99a | RGR | 57 | |
| F3 | 2, 2h | 115a | RGR | 83 | |
| | 3, 3h, 4, 4h | 115b | RGR | 98 | |
| F4 | 2h, 4 | 778a | RGR | 73 | |
| | 2, 3, 4h | 778b | RGR | 72 | |
| | 3h | 778c | RGR | 59 | |
| L1 | 1, 1h, 2, 2h, 3, 3h | 411a | RGR | 71 | Lyst, huller i parcel 2 & 3 |
| | 4, 4h | 410b | RGR 80 SGR 10 EG 10 | 71 | Lyst |
| L2 | Alle | 185c | SGR | 43 | |
| L3 | Alle | 185b | RGR | 59 | L34h: gammel stormfalds- og typografful, lys bevoksning før stormfaldet |
| L4 | 1, 1h | 185c | SGR | 43 | |
| | 3, 3h, 4, 4h | 414a | RGR | 59 | |
| | 3h | 414c | EG | 102 | |
| | 1, 1h, 2, 2h | 415a | RGR | 59 | |
| | 1, 1h | 415b | SGR | 58 | |
| | 2 | 415e | RGR | 59 | |
| S1 | 3, 3h, 4, 4h | 787a | RGR 60 DGR 40 | 39 | |
| | 3, 4 | 787b | ÆGR | 62 | |
| | 1, 1h, 2, 2h | 788a | RGR 90 LÆR 10 | 58 | LÆR gruppe (alder 19) i NV af parcel 2h |
| S2 | 1, 1h | 789a | RGR | 51 | |
| | 3, 3h, 4, 4h | 808a | RGR | 61 | |
| | 1, 1h, 2, 2h | 809a | RGR 90 DGR 10 (ÆGR, SGR) | 62 | Lyst |
| S3 | 1h | 800a, 801a | RGR | 38 | |
| | 1, 1h, 2, 2h | 810a | RGR 90 DGR 10 | 67 | Lyst |
| | 1, 2 | 810b | DGR 90 SKF 10 | 63 | |
| | 2 | 810c | RGR | 43 | |
| | 1, 1h, 2, 2h | 810d | DGR | 76 | |
| | 1, 1h | 811a | RGR | 39 | Enkelte SKF overstandere |
| | 3, 3h, 4, 4h | 826a | RGR 60 DGR 40 | 59 | |
| | 3, 4 | 826c | RGR | 37 | |
| | 3h, 4h | 827a | RGR | 59 | |
| S4 | 1, 2, 3 | 795a | RGR | 49 | |
| | 4 | 796b | RGR | 47 | |
| | 4, 4h | 816a | RGR | 44 | Enkelte DGR |
| | 1, 1h, 2, 2h, 3, 3h | 817a | RGR | 47 | Uensartet, enkelte OMO, ÆGR, SGR og DGR |

De væltede bevoksningers alder og artssammensætning er sammenfattet i tabel 4. Men se også figur 8 - figur 21 for træartssammensætningen og alder af nabobevoksningerne. Luftfotokort fra 1999 (før stormfaldet) af de 12 forsøgsblokke (afsnit 13.2) giver et indtryk af bevoksningernes tæthed. Bevoksningerne bestod mest af rødgran med kun to undtagelser: Blok S3 bestod til en mindre del af douglasbevoksninger og hele blok L2 ligger i en tidligere sitkagran bevoksning. Andre hovedtræarter i tabel 4 gælder kun for mindre dele af enkelte parceller. Bevoksningerne var mellem 40 og 70 år gamle i Lovrup Skov og Stursbøl Hegn og mellem 70 og 100 år gamle i Frederikshåb Plantage, da de blev væltet i 1999.

Størrelsen af stormfaldsfladerne varierer mellem forsøgsblokkene (tabel 5, afsnit 13.3), men ligger med en undtagelse over 10 ha og dermed over en størrelse, hvor der kan forventes beskyttende effekter fra tilgrænsende bevoksninger. Alligevel står der en del bevoksninger tilbage i nærheden af forsøgsblokkene, som giver beskyttelse mod klimaekstremer eller fungerer som frøkilde. En vurdering af deres effekt på opvæksten i forsøgsparcerne er meget afhængig af de enkelte faktorer. I afsnit 13.3 er der derfor kun indikeret en indflydelseszone på minimum 100 m omkring forsøgsblokkene (100 m fra de ydre blokgrænser) på skovkortene efter stormfaldet. 100 m svarer til 3 – 4 trælægder, som anses for den maksimale distance af beskyttende effekter fra skovbrynet. Samtidig er mængden af frø, som bliver spredt længere end 100 m fra frøkilden meget lille. Bevoksninger indenfor denne 100 m-buffer har en beskyttende effekt for dele af forsøgsblokkene eller kan fungere som frøkilde. Det skal bemærkes, at ikke alle bevoksninger, som er indikeret stående efter stormen på kortene, har nået en højde og alder, hvor beskyttelsen virker. Derudover har skovkortene en del fejl i afgrænsningen af de stående bevoksninger. Luftbilleder fra 2002, som kan bruges til at afgrænse bevoksningerne mere præcist vil først blive tilgængelige efter projektets afslutning.

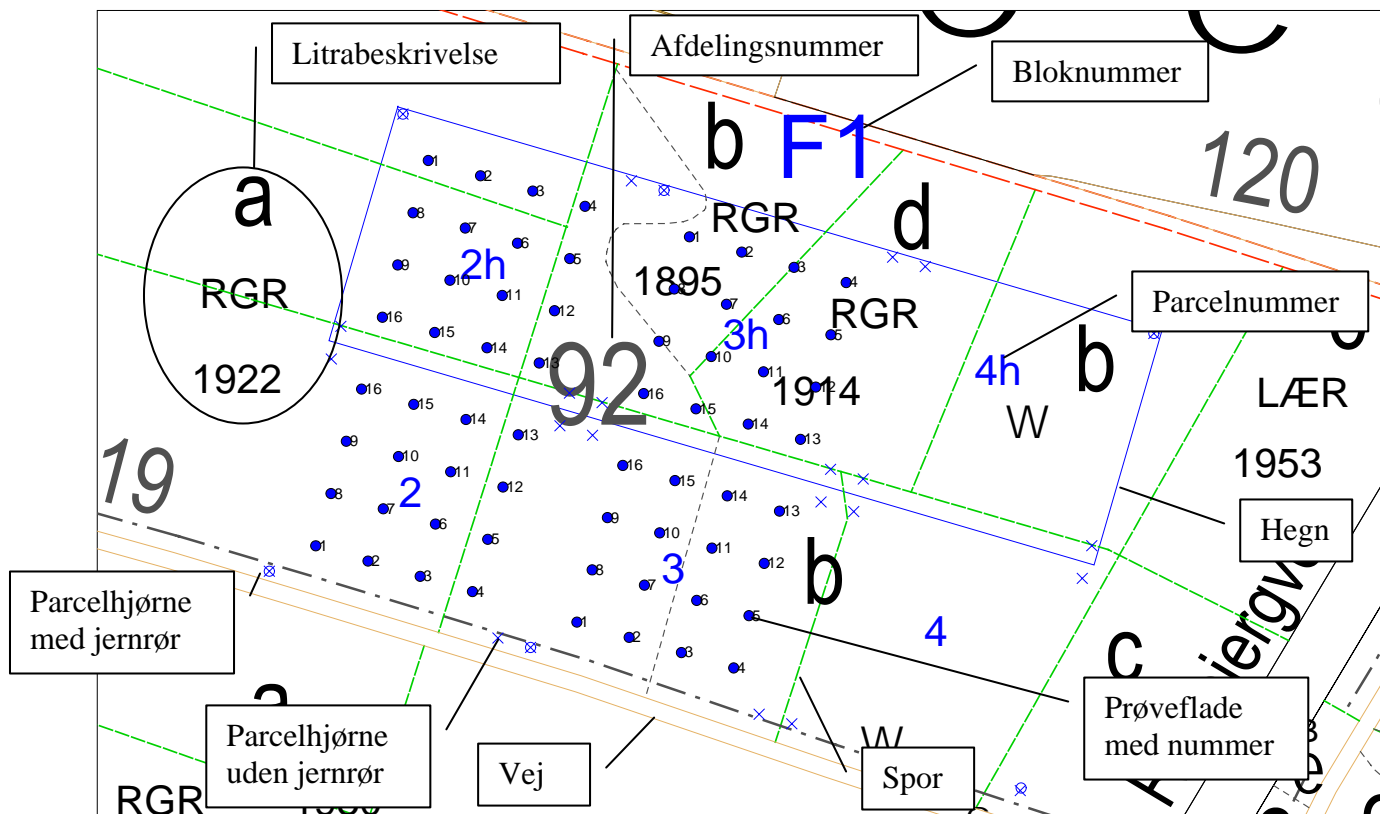
Tabel 5. Størrelse af stormfaldsfladerne.

| Bloknummer | Areal af stormfaldsfladen (ha) |
|------------|-----------------------------------|
| F1 | 10 |
| F2 | 5 |
| F3 | 30 |
| F4 | 10 |
| L1 | 10 |
| L2 & L3 | >50 |
| L4 | 15 |
| S1 | 35 |
| S2 & S3 | >50 |
| S4 | >50 |

Klimadata for udvalgte stationer i nærheden af forsøgsblokkene (tabel 6) viser ingen forskel i middeltemperaturen og meget lidt variation i nedbørsmængderne (Lovrup S. > Stursbøl H. > Frederikshåb Pl., som svarer til den omvendte rækkefølge i afstanden fra Vesterhavet).

Tabel 6. Klimadata for udvalgte stationer i nærheden af forsøget (30-årige normaler fra Laursen *et al.* 1999 og Frich *et al.* 1997).

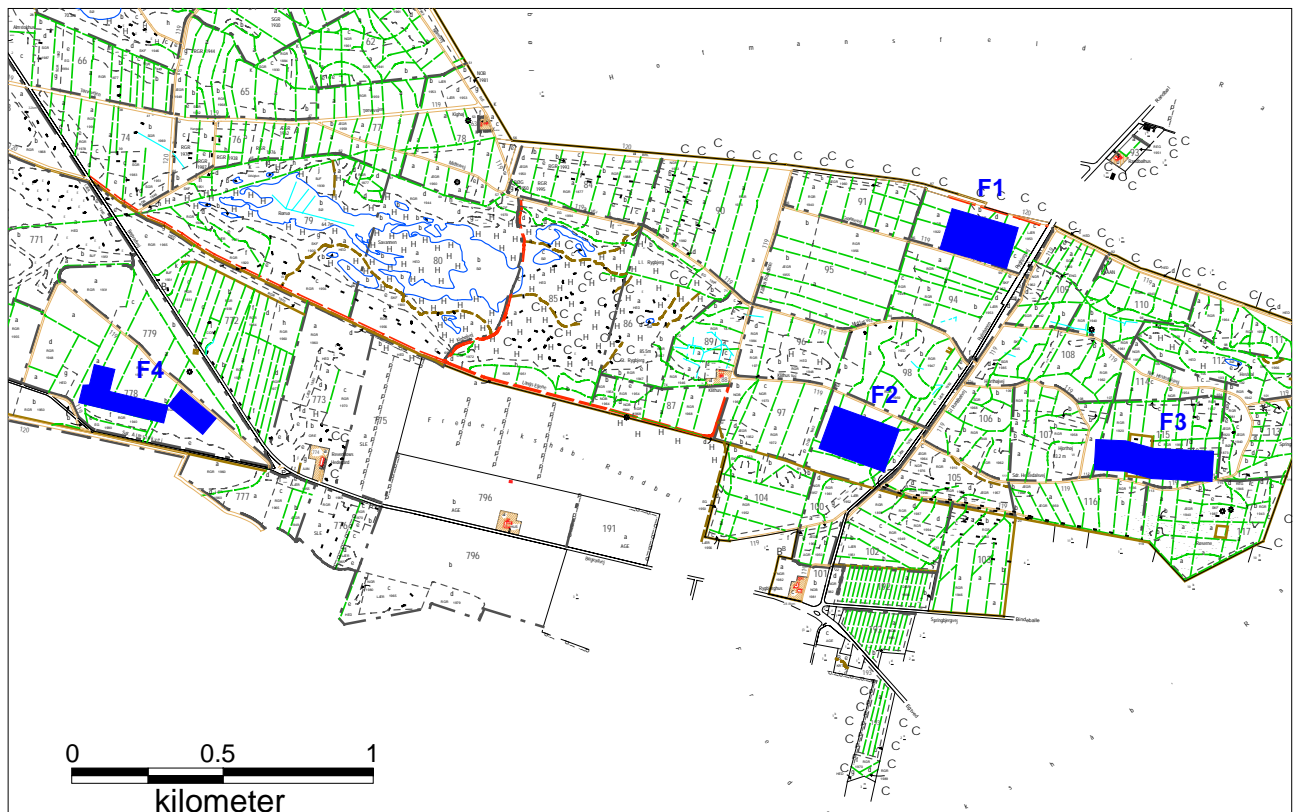
| Station | Afstand til forsøgsblokke | Middel-temperatur Jan. - Dec. (°C) | Middel-temperatur Maj - Sep. (°C) | Nedbør Jan. – Dec. (mm) | Nedbør Maj – Sep. (mm) |
|-------------------------|--|---------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------|------------------------------|
| Billund Lufthavn (6104) | 8 km nordvest for Frederikshåb Pl. | 7,5 | 13,5 | | |
| Brakker (23310) | 15 km sydøst for Frederikshåb Pl. | 7,5 | 13,5 | 781 | 335 |
| Oksenvad (26050) | 2 km øst for Stursbøl H. | | | 857 | 357 |
| Skrydstrup (6110) | 12 km sydøst for Stursbøl H., 26 km nordøst for Lovrup S. | 7,5 | 13,5 | 811 | 360 |
| Arrild (26170) | 4 km øst for Lovrup S. | | | 898 | 385 |



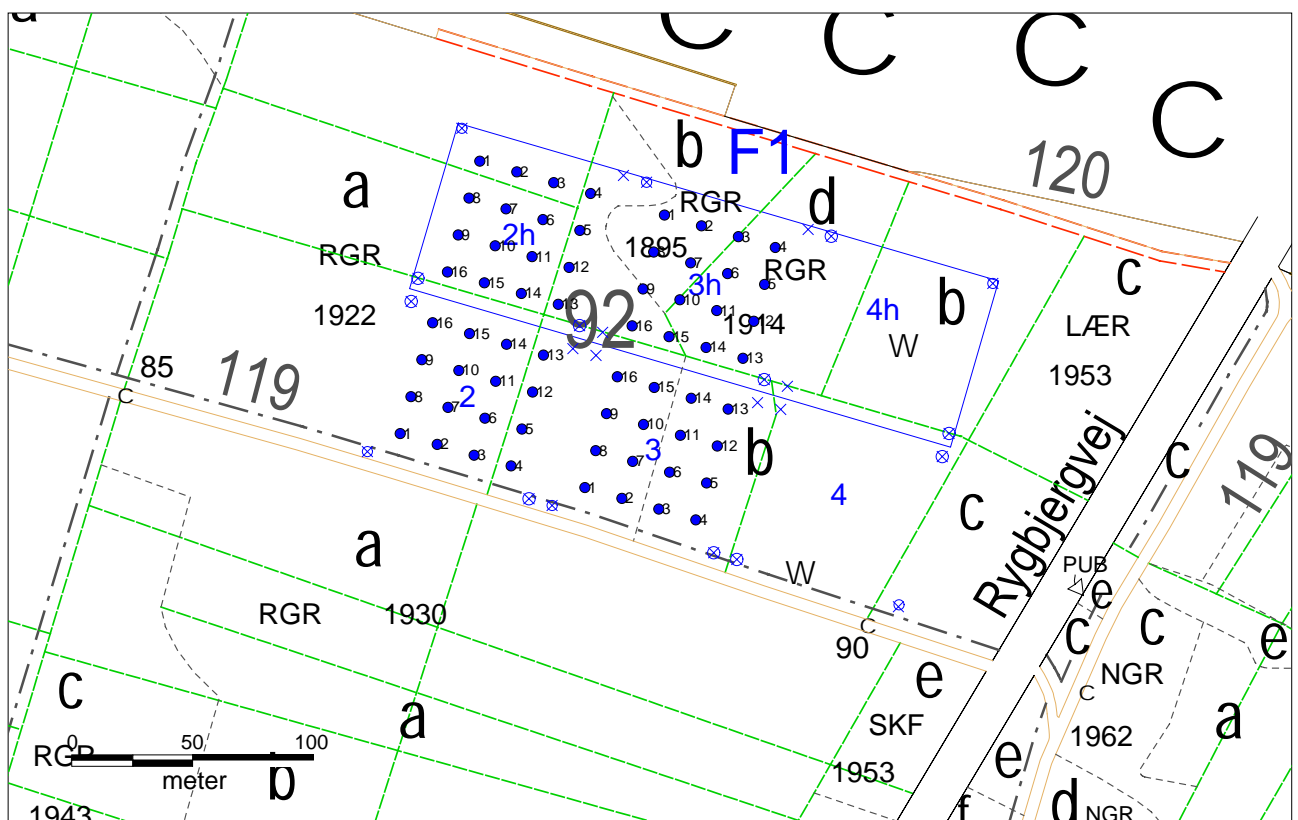
Figur 6. Legende til skovkortene i figur 8 - figur 21.

5.2.1 Frederikshåb Plantage

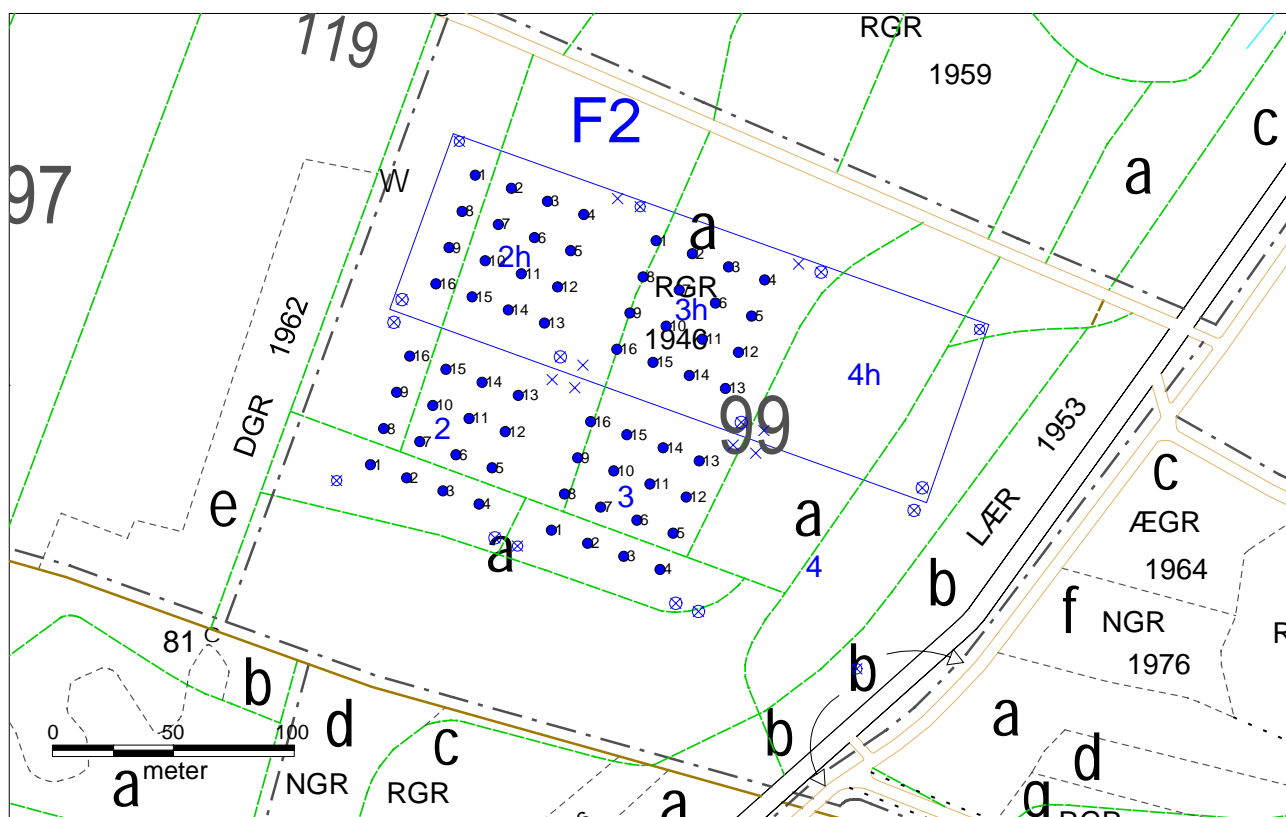
Placeringen af de fire forsøgsblokke i Frederikshåb Plantage fremgår af kortet i figur 7. Kortene i figur 8 - figur 11 viser placeringen af parcellerne og prøveflader i de enkelte blokke (legende i figur 6). Parcellernes størrelse er sammenfattet i tabel 9.



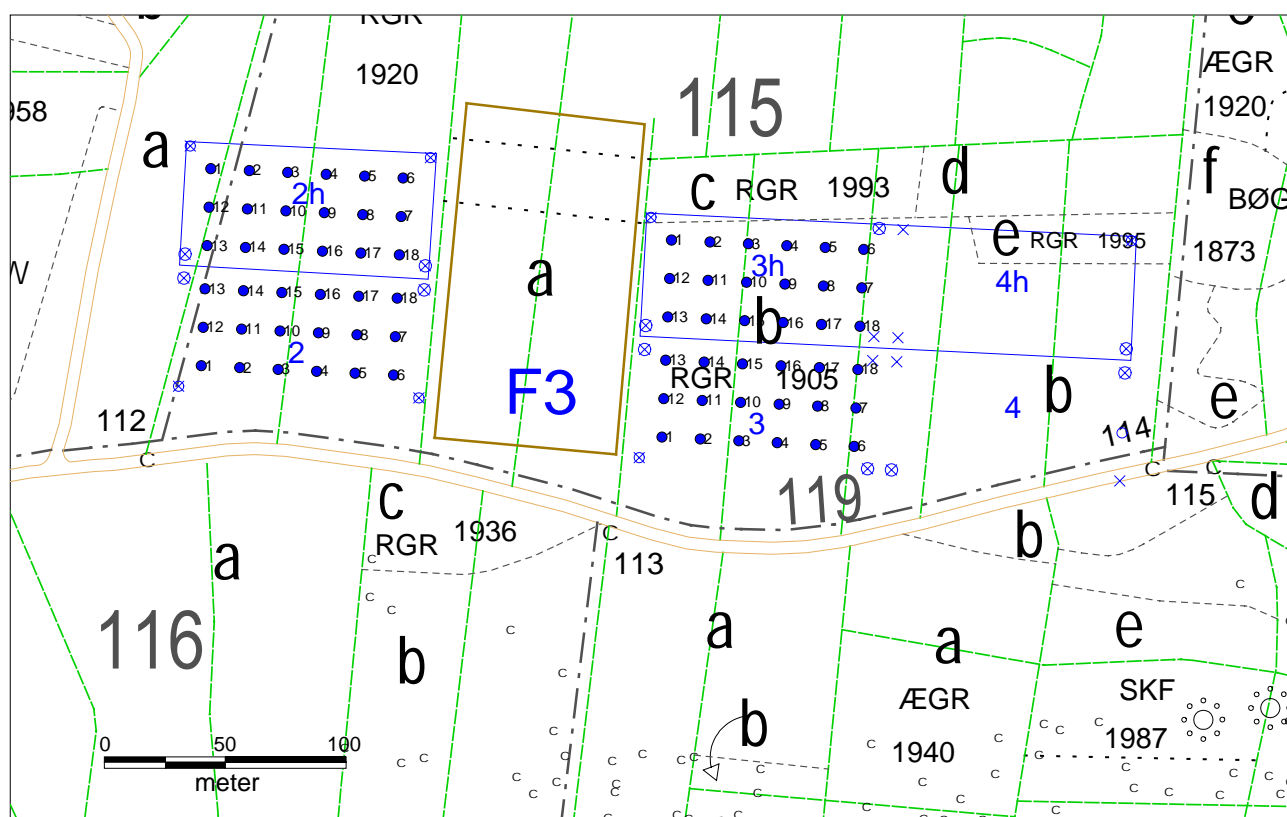
Figur 7. Placering af de fire forsøgsblokke i Frederikshåb Plantage.



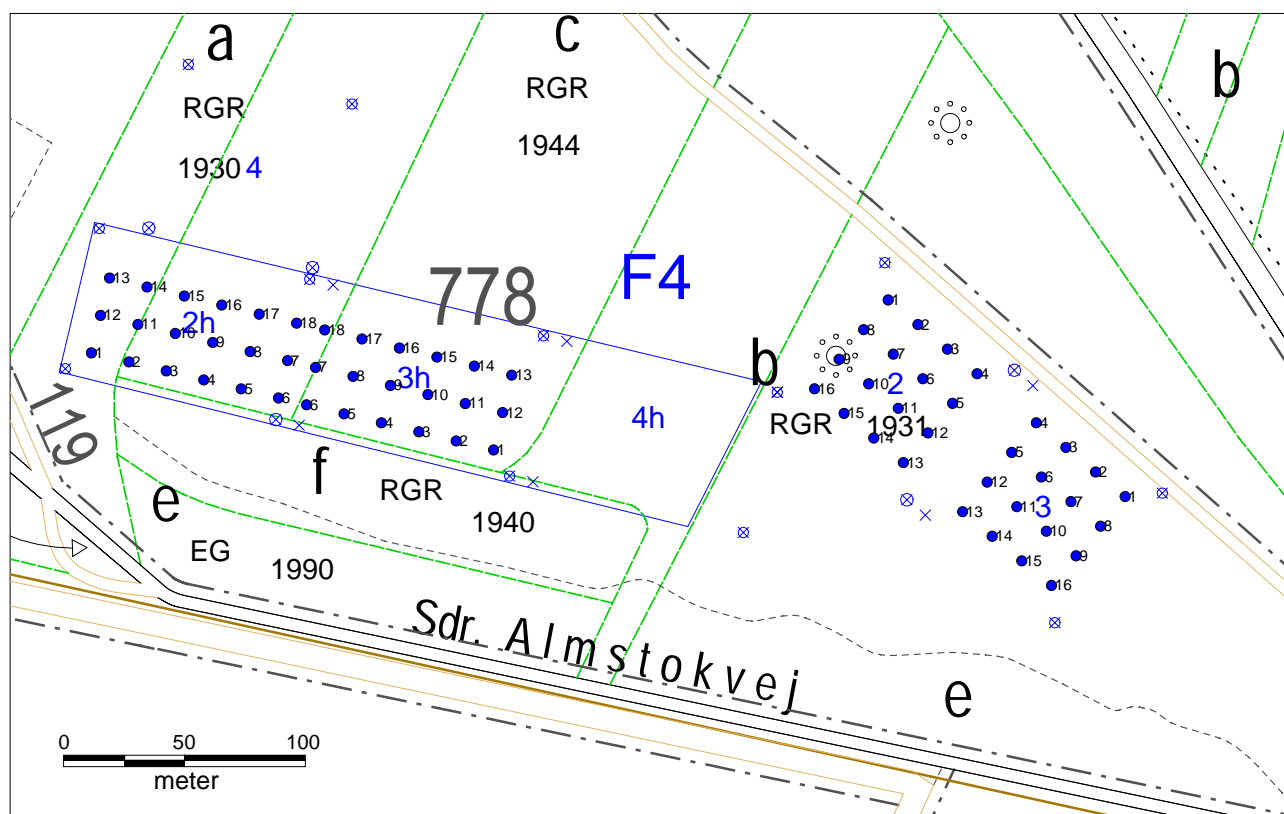
Figur 8. Blok F1 i Frederikshåb Plantage.



Figur 9. Blok F2 i Frederikshåb Plantage.



Figur 10. Blok F3 i Frederikshåb Plantage.



Figur 11. Blok F4 i Frederikshåb Plantage.

Frederikshåb Plantage ligger på en smeltevandsslette. I 2001 blev der umiddelbart ved siden af hver forsøgsblok gravet et jordbundshul. Jordbunden blev dernæst beskrevet af Henrik Granat fra Skov- og Naturstyrelsen. Resultaterne er sammenfattet i tabel 7.

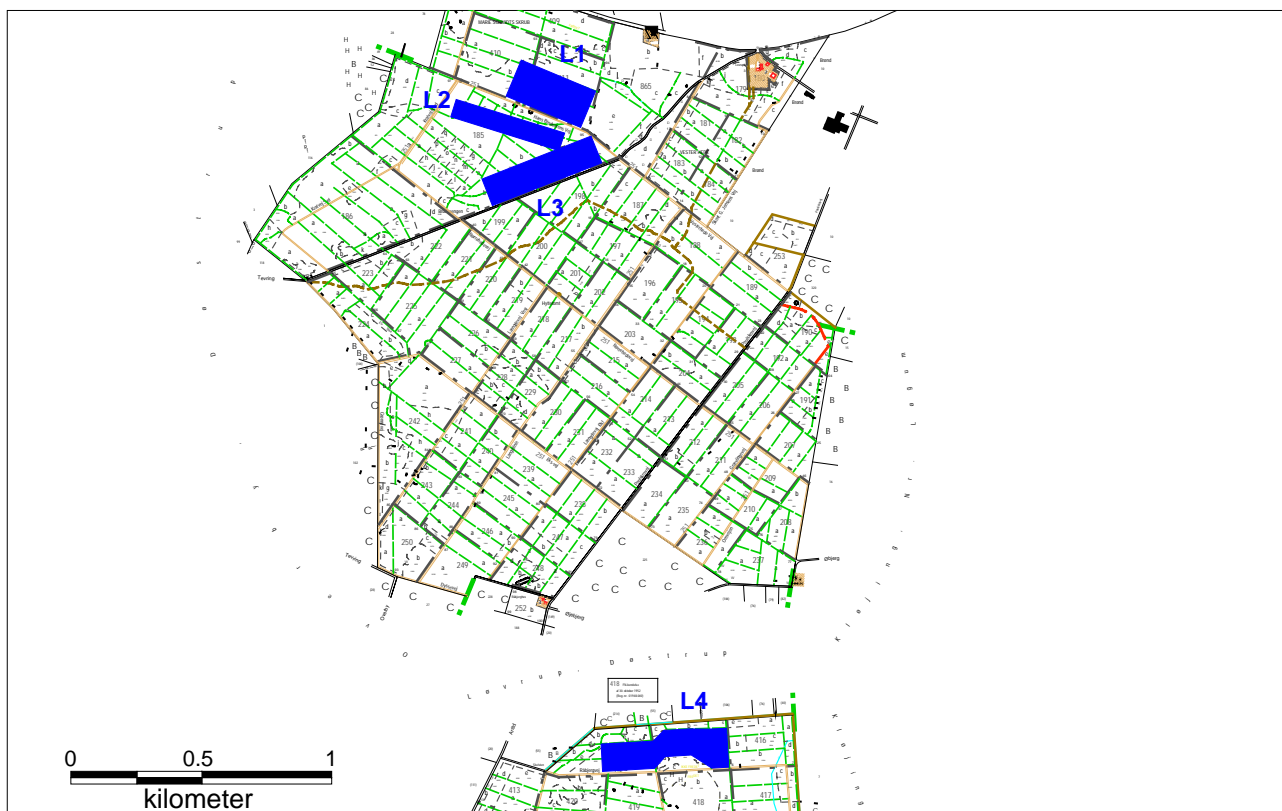
Tabel 7. Jordbundsbeskrivelse for forsøgsblokkene i Frederikshåb Plantage (Henrik Granat, Skov- og Naturstyrelsen).

| Blok | Profil-nummer | Jordtype | Lokalitets-type * | Tekstur | Udgangsmateriale |
|------|---------------|--|-------------------|---|---|
| F1 | FRH-010 | Lerblandet sandjord (100 cm) over sand og grus | 33 | 55-60% grovsand, 20-30% finsand, 10-15% ler og silt | Flyvesand (15 cm) over morænesand (15-100 cm) over smeltevandssand og –grus |
| F2 | FRH-011 | Sandjord | 22 | 60-70% grovsand, 25% finsand, 5-10% ler og silt | Smeltevandssand |
| F3 | FRH-013 | Lerblandet sandjord (100 cm) over grus og sand | 33 | 40-60% grovsand, 30% finsand, 10-20% ler og silt | Morænesand over smeltevandsgros og –sand |
| F4 | FRH-009 | Grovsandet jord | 12 | 60-70% grovsand, 25-30% finsand, 10% ler og silt | Hedeslettesand og –grus |

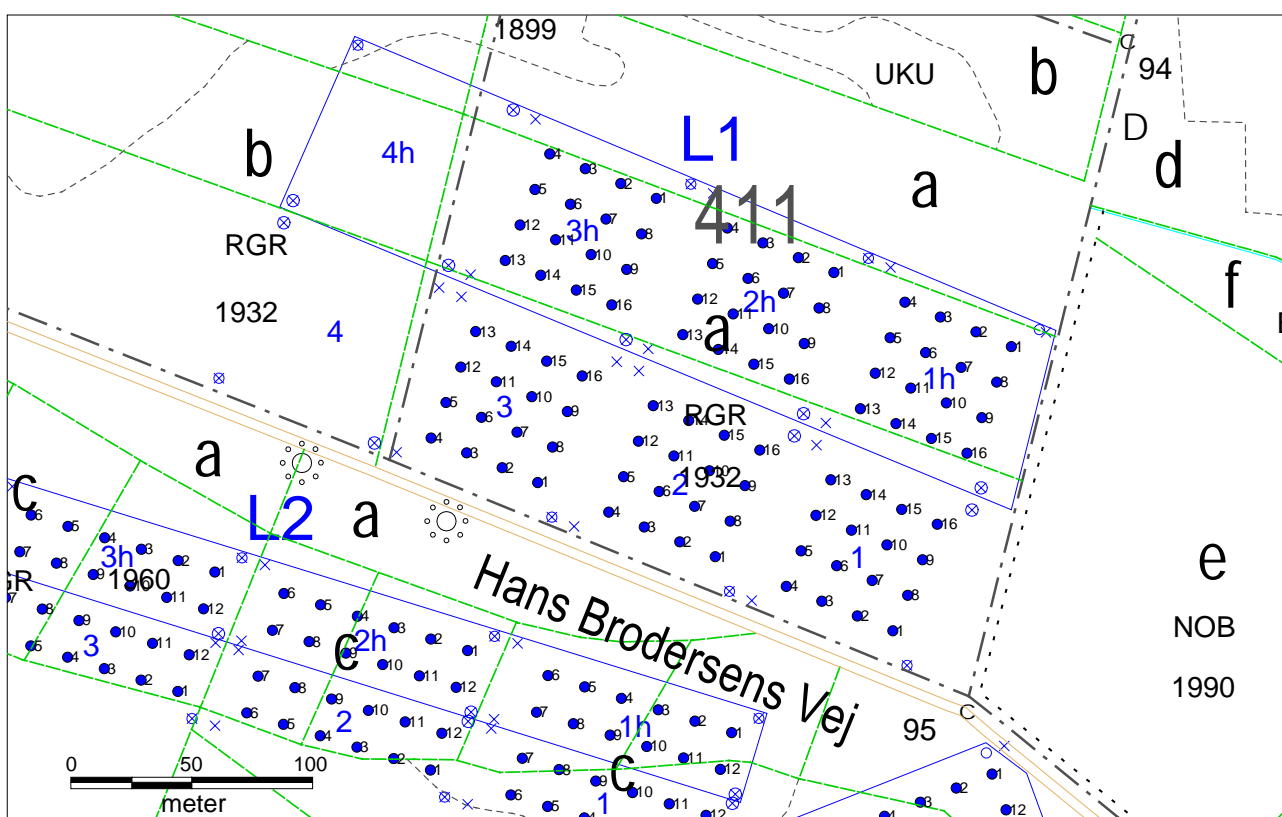
* efter metoden for forstlig lokalitetskortlægning (Sørensen & Dalsgaard 1997)

5.2.2 Lovrup Skov

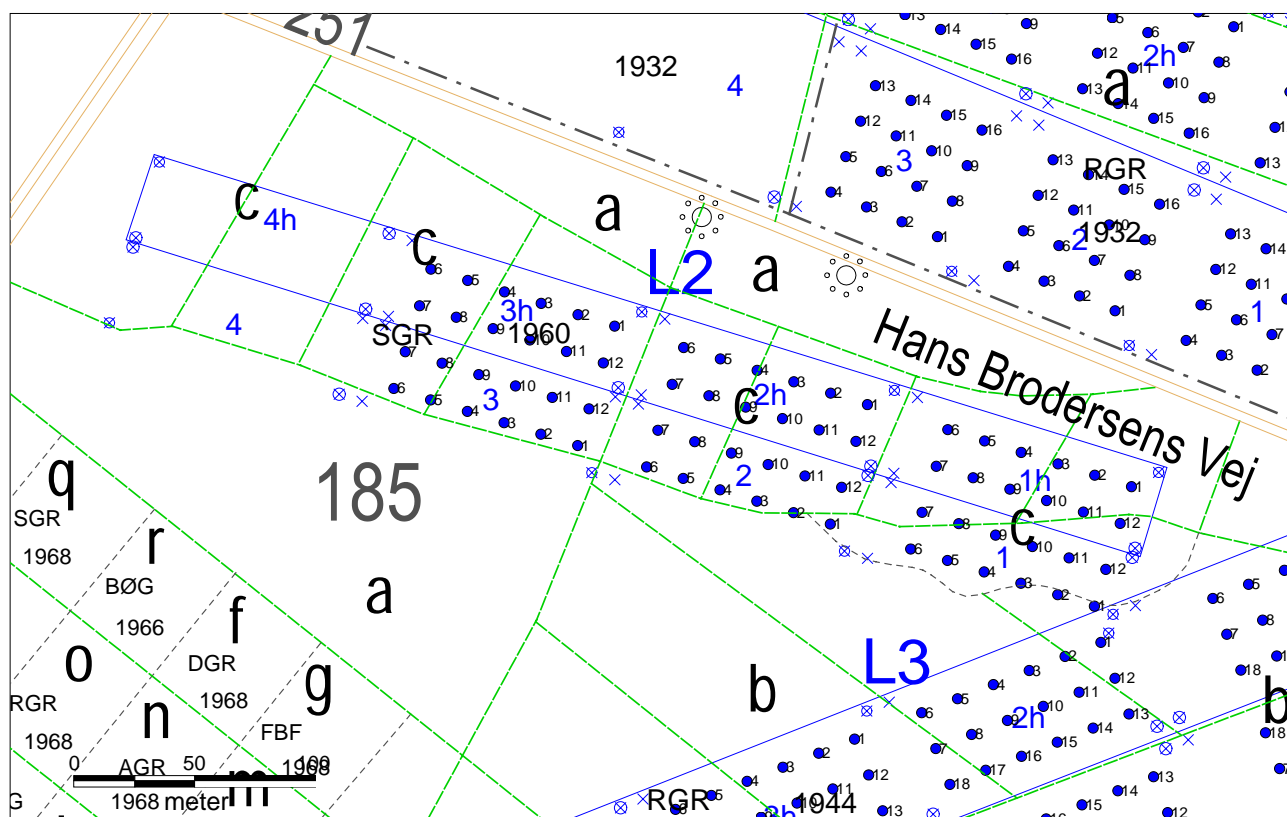
Placeringen af de fire forsøgsblokke i Lovrup Skov og Råbjerg Plantage fremgår af kortet i figur 12. Kortene i figur 13 - figur 16 viser placeringen af parcellerne og prøveflader i de enkelte blokke (legende i figur 6). Parcellernes størrelse er sammenfattet i tabel 9.



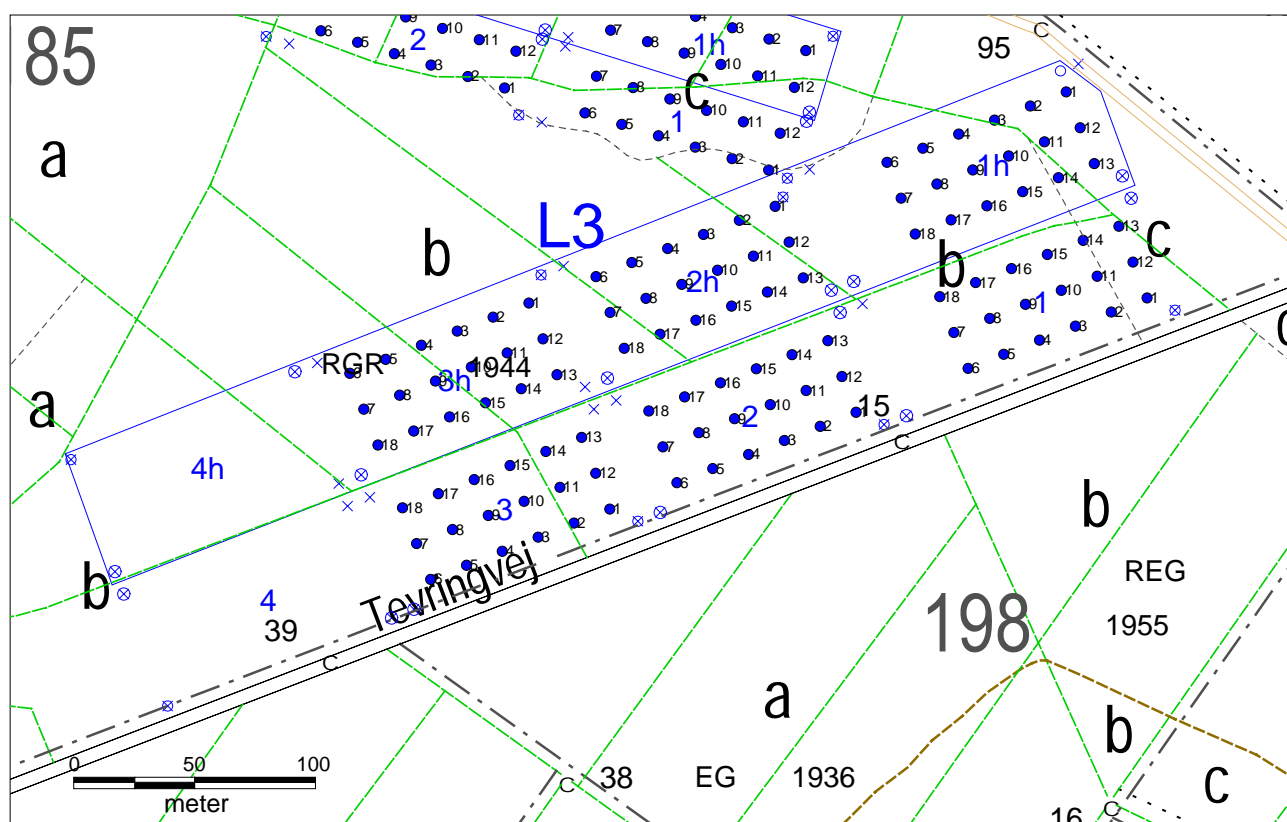
Figur 12. Placering af de fire forsøgsblokke i Lovrup Skov.



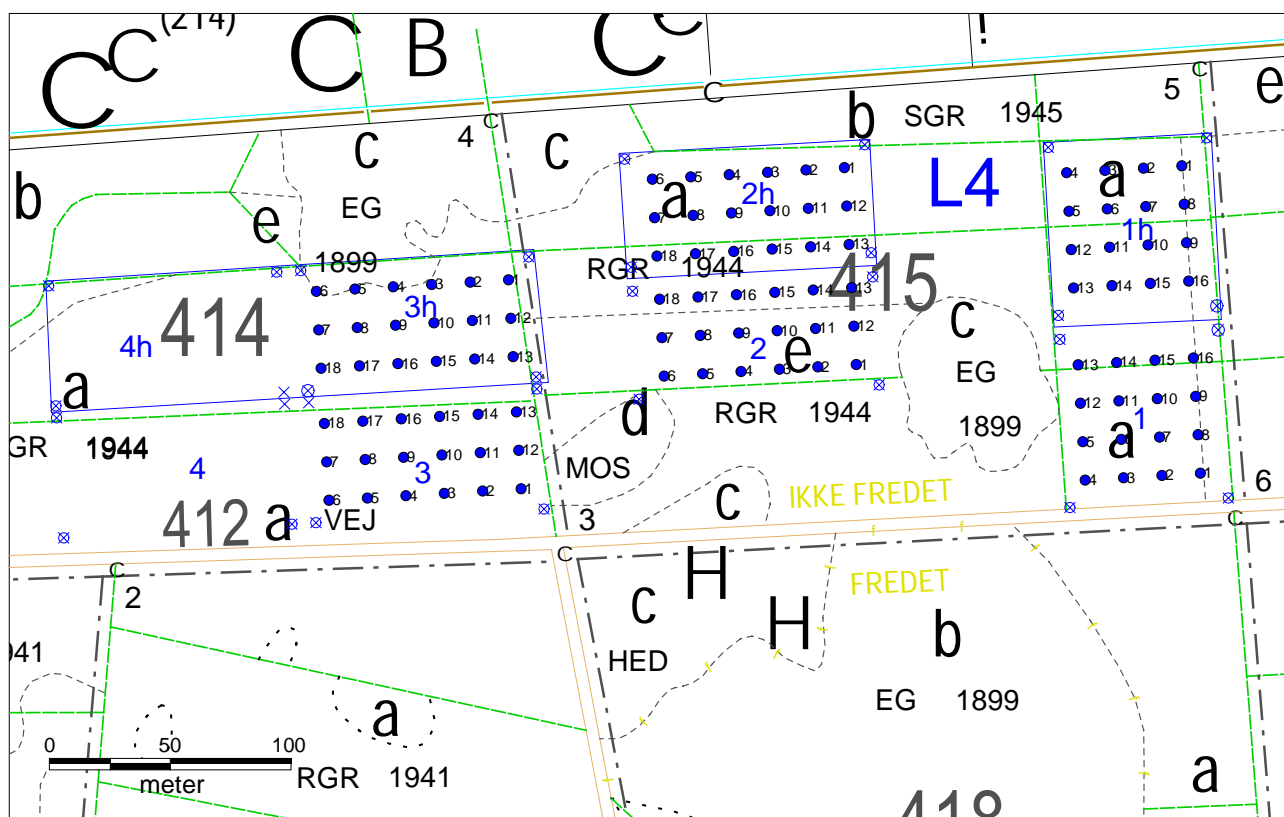
Figur 13. Blok L1 i Lovrup Skov.



Figur 14. Blok L2 i Lovrup Skov.



Figur 15. Blok L3 i Lovrup Skov.

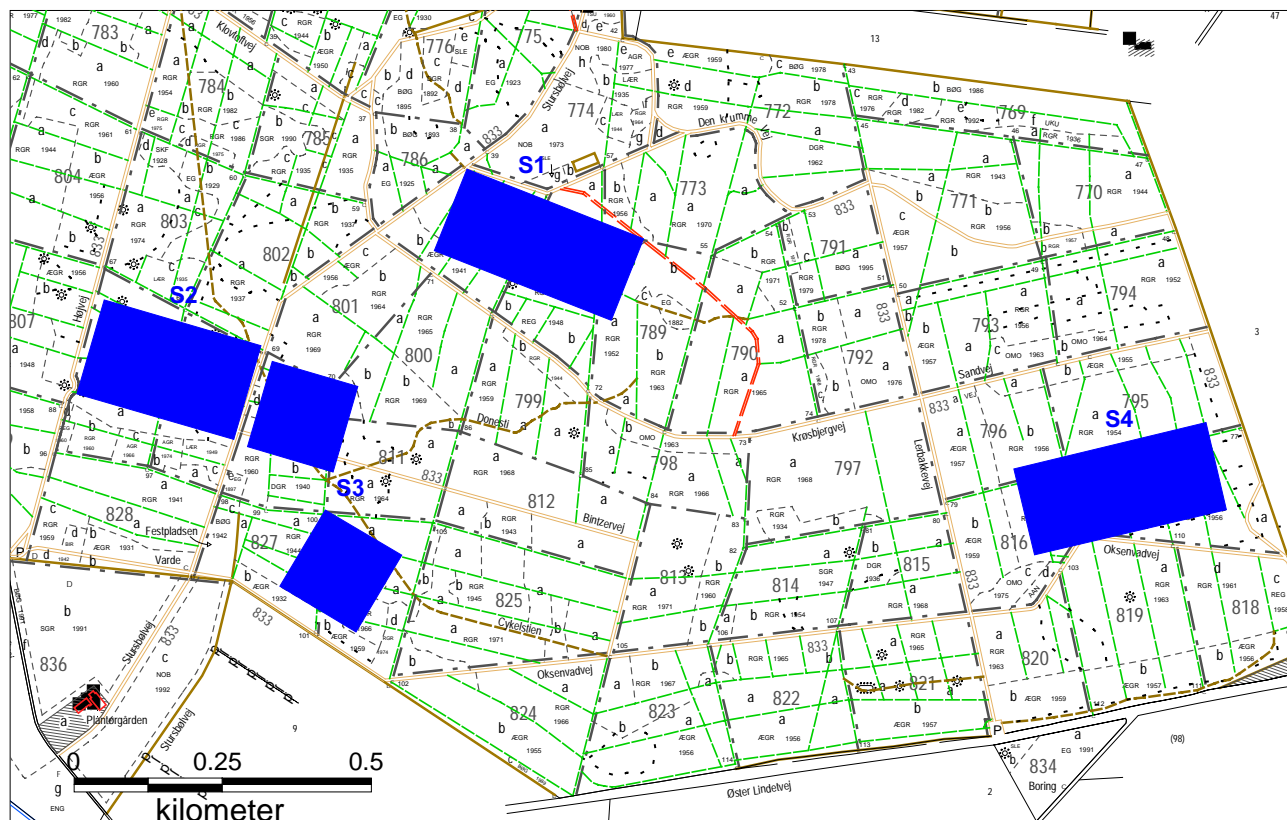


Figur 16. Blok L4 i Råbjerg Plantage.

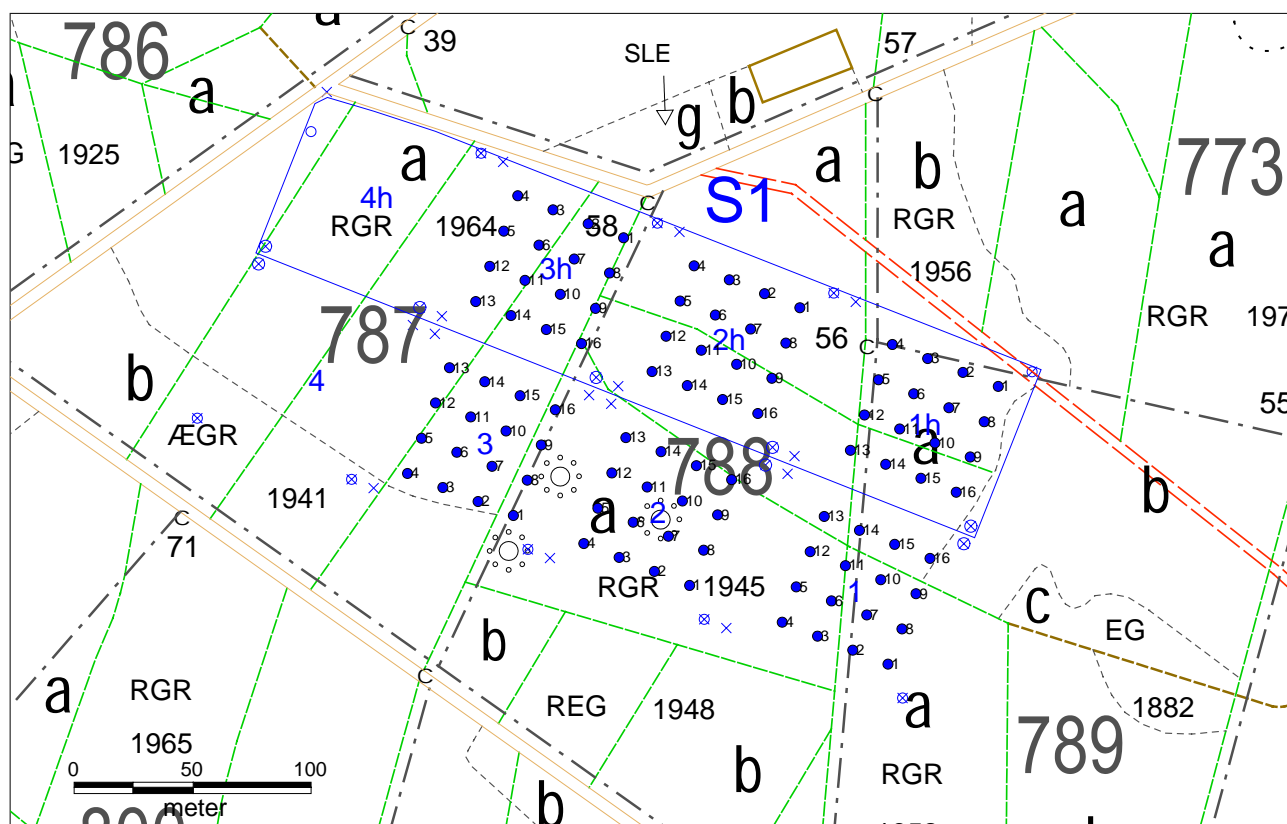
Forsøgsblokkene L1, L2 og L3 ligger umiddelbart ved siden af et træartsforsøg (FSL forsøg nr. 1007). I træartsforsøget er jordbunden og næringsstofkredsløbet blevet intensivt beskrevet flere steder (Callesen 2003, Hansen *et al.* 2003, Vesterdal & Raulund-Rasmussen 1998). Lovrup Skov ligger på Toftelund bakkeøen på en jævn flade. Jordbunden er en veldrænet men næringsfattig podsoleret grovsand på flyvesand, morænesand (Saale) og smeltevandssand (lokalitetstype 32). Teksturanalysen af jordbundsprofilerne i træartsforsøget for den øverste meter gav cirka 45% grovsand, 45% finsand og 10% ler og silt. Der er fundet meget lidt variation i jordbundsforholdene i træartsforsøget. Det antages derfor, at denne jordbundsbeskrivelse gælder også for de tre tilgrænsende forsøgsblokke L1, L2 og L3, samt den 2,5 km længere syd liggende blok L4. Blok L2 ligger i en lille lavning og er derfor lidt mere fugtig end blokkene L1 og L2 og træartsforsøget. Parcellerne L42 og L43 grænser umiddelbart op til en lille mose og er derfor også pletvis mere fugtige end resten af parcellerne.

5.2.3 Stursbøl Hegn

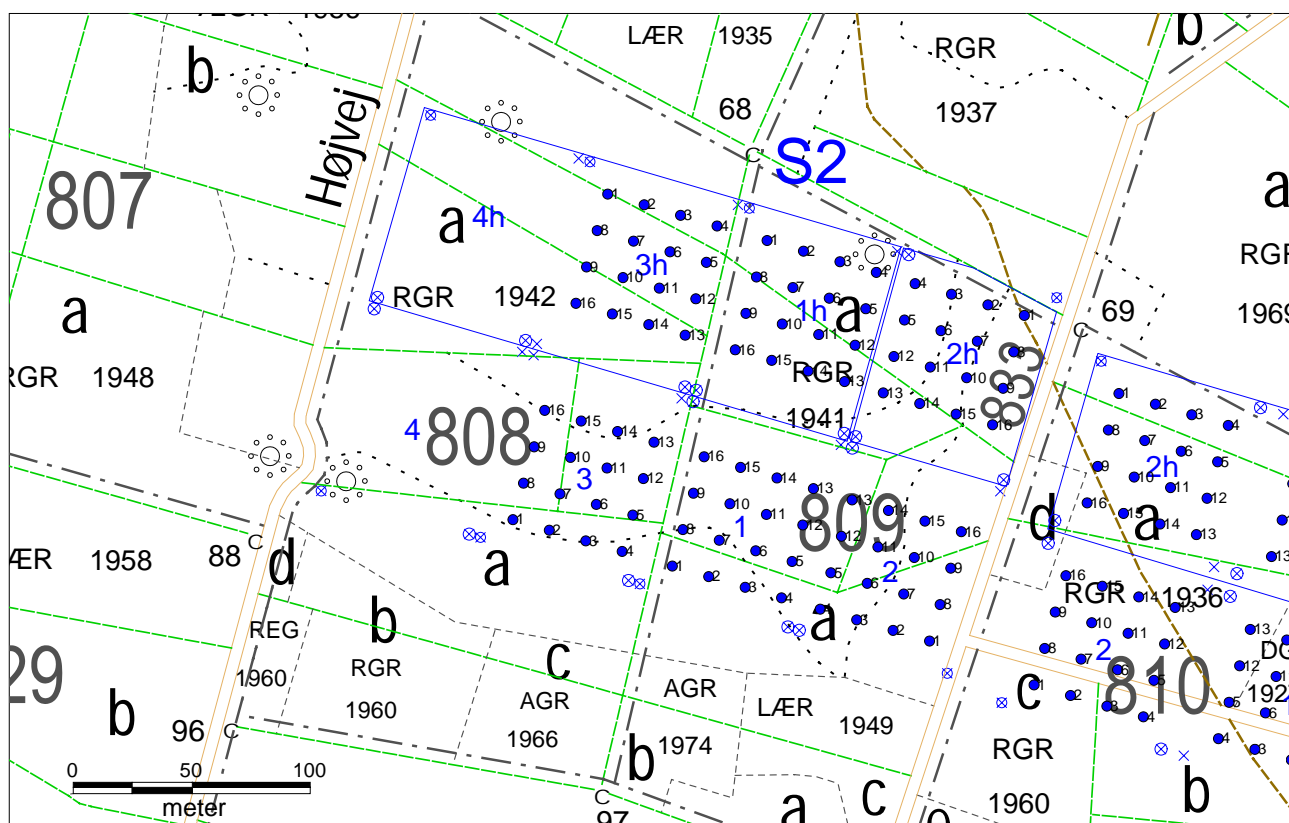
Placeringen af de fire forsøgsblokke i Stursbøl hegn fremgår af kortet i figur 17. Kortene i figur 18 - figur 21 viser placeringen af parcellerne og prøveflader i de enkelte blokke (legende i figur 6). Parcellernes størrelse er sammenfattet i tabel 9.



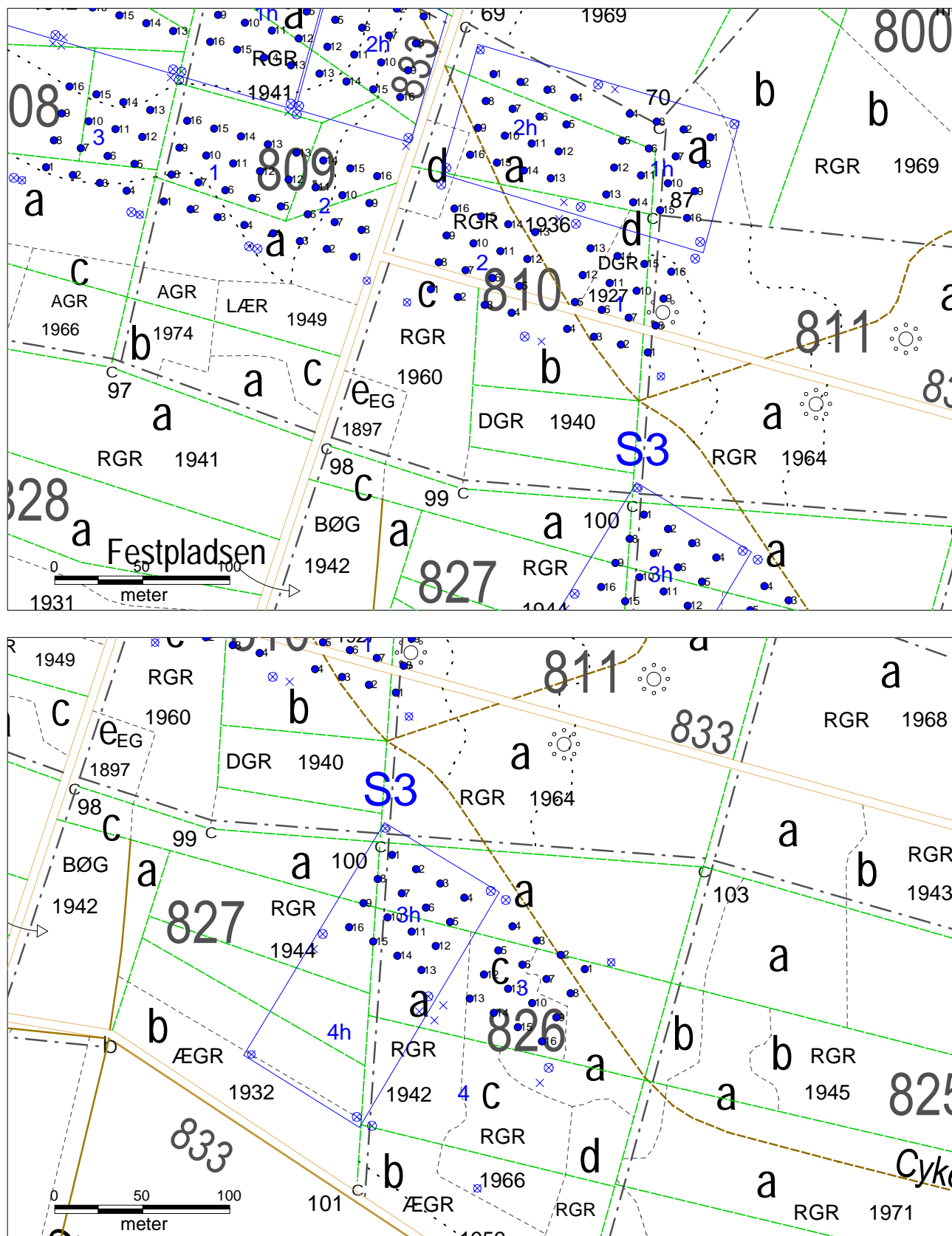
Figur 17. Placering af de fire forsøgsblokke i Stursbøl Hegn.



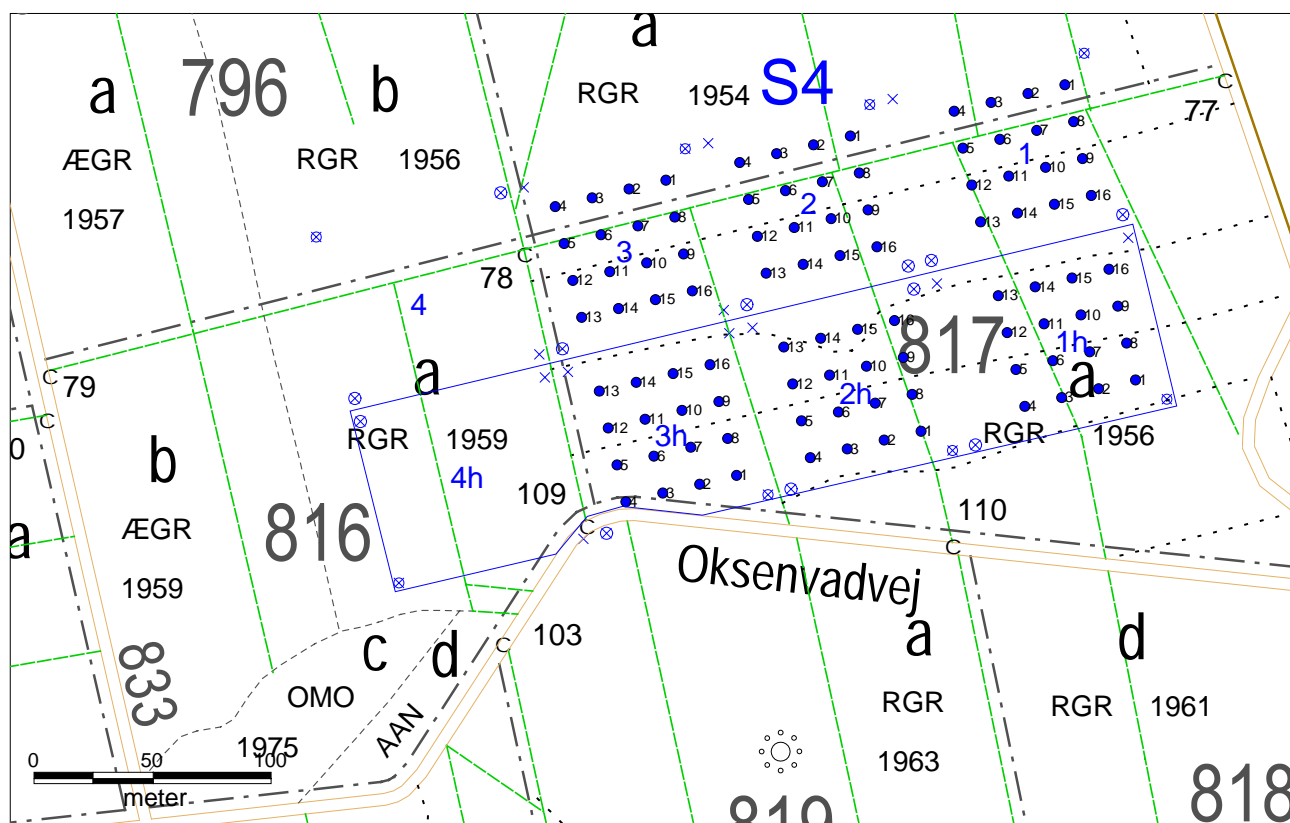
Figur 18. Blok S1 i Stursbøl Hegn.



Figur 19. Blok S2 i Stursbøl Hegn.



Figur 20. Blok S3 i Stursbøl Hegn.



Figur 21. Blok S4 i Stursbøl Hegn.

For Stursbøl Hegn foreligger der en ufuldstændig jordbundskortlægning af Henrik Granat (Skov- og Naturstyrelsen) fra 1996 – 2001. Jordbundsbeskrivelsen for forsøgsblokkene er sammenfattet i tabel 8.

Tabel 8. Jordbundsbeskrivelse for forsøgsblokkene i Stursbøl Hegn.

| Blok | Jordbund |
|------|--|
| S1 | Parcel 4 og 4h: Lerblandet sandjord (5-15% ler) Parcel 1, 2, 3: Lerblandet sandjord (5-15% ler), dybereliggende lerlag (80-160 cm u.t.) Parcel 2h og 3h: Sandjord (2-5% ler), blegsand 30-60 cm u.t. Parcel 1h: Sandjord (2-5% ler), blegsand 30-60 cm u.t., cementeret al-lag. |
| S2 | Kun tilgrænsende arealer kortlagt: Sandjord (2-5% ler), blegsand 5-30 cm u.t. Dele af parcel 1 og 2: Sandjord (2-5% ler), blegsand 30-60 cm u.t., cementeret al-lag. |
| S3 | Kun tilgrænsende arealer kortlagt: Sandjord (2-5% ler), blegsand 5-30 cm u.t. |
| S4 | Parcel 2, 2h, 3, 3h, 4, 4h: Lerblandet sandjord (5-15% ler) Vestlige dele af parcel 4 og 4h: Lerblandet sandjord (5-15% ler), dybereliggende lerlag (80-160 cm u.t.) Parcel 1, 1h: Sandjord (2-5% ler), blegsand 5-30 cm u.t., dybereliggende sandlag (80-160 cm u.t.) |

5.3 Forsøgsanlæg

5.3.1 Afsætning og markering af parcellerne

Parcellerne blev afsat efter målene i tabel 9. Bufferstriberne mellem parcellerne har et samlet areal på 6,1 ha i hele forsøget, så det samlede areal af forsøget er 47,7 ha. Afsætningen skete ved hjælp af håndkompas og en laserafstandsmåler (Impulse 100, Laser Technology Inc.) (figur 22).

Parcelhjørnerne er i skoven markeret permanent med et jernrør i jorden. Der blev sat hvide PVC plastikstænger (1,7 m længde) i jernrørene for at gøre punkterne mere synlige. Det skal bemærkes, at også fotopunkterne (se afsnit 6.4) er afmærket på samme måde. Fotopunkterne er ikke tegnet ind i kortene i figur 8 - figur 21.

Parcelnummereringen følger følgende skema:

Skov (F, L, S) – Blok (1 – 4) – Genkultiveringsmodel (1 – 4) – Hegn (h/-),
f.eks. betyder F12h Frederikshåb Plantage, blok 1, genkultiveringsmodel 2, hegnet.

Tabel 9. Parcelstørrelser og antal stikpøveflader.

| Blok | Antal parceller | | | | Parcel X (m) | Parcel Y (m) | Parcel- areal (ha) | Antal par- celler | Areal (ha) | Parceller med stik- prøve- flader | Antal stik- prøve- flader per parcel | Antal stik- prøve- flader i alt | Y-retning (grader) |
|-------|---------------------------|----|----|----|-----------------|-----------------|--------------------------|-------------------------|---------------|--|---|---|-----------------------|
| | Genkultiverings- model | | | | | | | | | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | | | | | | | | | |
| F1 | | 2 | 2 | 2 | 65 | 70 | 0.455 | 6 | 2.73 | 4 | 16 | 64 | 106.2 |
| F2 | | 2 | 2 | 2 | 70 | 70 | 0.490 | 6 | 2.94 | 4 | 16 | 64 | 109.8 |
| F3 | | 2 | | | 45 | 100 | 0.450 | 2 | 0.90 | 2 | 18 | 36 | 92.7 |
| | | | 2 | 2 | 45 | 95 | 0.428 | 4 | 1.71 | 2 | 18 | 36 | 92.7 |
| F4 | | 1 | 1 | 1 | 60 | 90 | 0.540 | 3 | 1.62 | 2 | 18 | 36 | 103.5 |
| | | 1 | 1 | | 70 | 70 | 0.490 | 2 | 0.98 | 2 | 16 | 32 | 129.6 |
| | | | | 1 | 70 | 70 | 0.490 | 1 | 0.49 | 0 | 16 | 0 | 103.5 |
| | | | | | | | | 24 | 10.88 | 16 | | 268 | |
| L1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 70 | 70 | 0.490 | 8 | 3.92 | 6 | 16 | 96 | 112.5 |
| L2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 33 | 100 | 0.330 | 8 | 2.64 | 6 | 12 | 72 | 107.1 |
| L3 | | 2 | 2 | 2 | 50 | 100 | 0.500 | 6 | 3.00 | 4 | 18 | 72 | 68.4 |
| | 2 | | | | 50 | 120 | 0.600 | 2 | 1.20 | 2 | 18 | 36 | 68.4 |
| L4 | | | 2 | 2 | 50 | 95 | 0.475 | 4 | 1.90 | 2 | 18 | 36 | 86.4 |
| | | 2 | | | 45 | 100 | 0.450 | 2 | 0.90 | 2 | 18 | 36 | 86.4 |
| | 2 | | | | 70 | 66 | 0.462 | 2 | 0.92 | 2 | 16 | 32 | 86.4 |
| | | | | | | | | 32 | 14.48 | 24 | | 380 | |
| S1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 70 | 70 | 0.490 | 8 | 3.92 | 6 | 16 | 96 | 111.6 |
| S2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 80 | 65 | 0.520 | 8 | 4.16 | 6 | 16 | 96 | 106.2 |
| S3 | 2 | 2 | | | 70 | 70 | 0.490 | 4 | 1.96 | 4 | 16 | 64 | 106.2 |
| | | | 2 | 2 | 70 | 70 | 0.490 | 4 | 1.96 | 2 | 16 | 32 | 120.6 |
| S4 | | | | 2 | 70 | 80 | 0.560 | 2 | 1.12 | 0 | 16 | 0 | 76.5 |
| | | 2 | 2 | | 70 | 70 | 0.490 | 4 | 1.96 | 4 | 16 | 64 | 76.5 |
| | 2 | | | | 70 | 83 | 0.581 | 2 | 1.16 | 2 | 16 | 32 | 76.5 |
| | | | | | | | | 32 | 16.24 | 24 | | 384 | |
| I alt | 16 | 24 | 24 | 24 | | | | 88 | 41.61 | 64 | | 1032 | |

5.3.2 Rydning

De stormfældede træer blev ryddet fra arealerne i løbet af foråret og sommeren 2000. Her blev følgende teknikker og maskiner brugt:

- Frederikshåb Plantage:
Tidspunkt: april – juni 2000 (blok F2 juli – august 2000)
Skovning: Blok F1 – F3 med Timberjack 1270 efter manuel friskæring, i blok F3 med hjælp fra en gravemaskine, i blok F4 FMG Super Eva efter manuel friskæring.
Udslæbning: Tømmer med klembanker, Rm-træ med kranvogn (Timberjack fra maskinstation).

- Stursbøl Hegn:
Tidspunkt: april – maj 2000
Skovning: Friskæring med motorsav og oparbejdning med skovningsmaskiner (Silvatec 896 med et Silvatec 445 aggregat (1-grebs-processor), i blok S1 med Silvatec 666 skovningsmaskine med Silvatec 555 aggregat (1-grebs-processor)).
Udtransport: Uafkortet tømmer med Rottne SMV Rapid med klembanke, korttræ med Valmet udkørselsmaskine.
- Lovrup Skov (L1 – L3):
Tidspunkt: juni 2000
Råbjerg Plantage (L4):
Tidspunkt: november - december 2000
Skovning: Skovningsmaskine (Timberjack 1250 og andre) med manuel friskærer, uafkortet tømmer og 3 m flistræ.
I parcel L41 blev alle træer som lå tværs over den vestlige parcelgrænse trukket ud af parcellen i stedet for at blive afkortet ved parcelgrænsen.



Figur 22. Afsætning af parcellerne i blok S4 i Stursbøl Hegn i marts 2000.

I ikke ryddede parceller blev liggende træer, som krydsede parcelgrænsen som regel afkortet ved parcelgrænsen.

I parcel L24 var der i 2000 stadig en lukket bevoksning tilbage som udgjorde cirka halvdelen af parcellen. Bevoksningen blev først fjernet efter typografangreb i Maj 2003 (med Timberjack 1270B fra Sønderjyllands Maskinstation). I parcel F22 står der stadig en bevoksningsrest tilbage som udgør cirka en fjerdedel af parcellen i det sydvestlige hjørne.

I blokkene F1, F2 og F3 blev der ved et uheld i sommeren 2000 af en grusentreprenør gravet en del store huller med gravemaskine i forsøgsblokkene (4 styk i blok F1: 1 i parcel F13 ved prøveflade nr. 2, 1 i parcel F14h; 2 styk i blok F2: i parcel F22 ved siden af prøveflade nr. 6; 2 styk i

blok F3: i parcel F32 ved prøveflade nr. 4, i parcel F33 ved siden af prøveflade nr. 7). Hullerne blev fyldt i igen i løbet af efteråret 2000. Enkelte prøveflader blev annulleret eller flyttet på grund af hullerne (Nr. 2 i F13).

5.3.3 Hegning

Hegn blev sat op på følgende tidspunkter:

- Frederikshåb Plantage: september 2000
- Stursbøl Hegn: september – oktober 2000
- Lovrup Skov: oktober – december 2000

Flere gange i løbet af projektperioden blev der fundet vildt eller spor efter vildt i hegnene:

- Marts 2001: L1
- Juli 2002: F2, F4, S2 (genkultiveringsmodel 1 & 2), S4, L42h, L41h
- Juni 2003: S1, S4

5.3.4 Plantning

Parcellerne af genkultiveringsmodel 4 blev beplantet i foråret 2001. En lille gravemaskine (ren-degraver) blev brugt til at forberede plantepladserne. Maskinen skrabede morlaget af og blotlagde mineraljorden punktvis på ca. 60 x 60 cm med en afstand på ca. 1,6 x 1,6 m. Derefter blev plantegruppernes midtpunkt markeret med hvide PVC-plastikstænger (85 cm længde). Plantningen blev foretaget manuelt. Planternes størrelse og proveniens fremgår af tabel 10.

Tabel 10. Plantestørrelser og proveniens

| Træart | Skov | Størrelser | Proveniens |
|--|--------------------------|------------------|---|
| Rødgran (<i>Picea abies</i>) | Frederikshåb Plantage | 2/2, 30 – 50 cm | Palsgaard, Gludsted afd. 43 & 44, A 2025 |
| | Lovrup Skov | 2/1s, 20 – 40 cm | Sønderjylland, Lundbæk afd. 19a, A2192 |
| | Stursbøl Hegn | 2/1, 15 – 30 cm | Sønderjylland, Lundbæk afd. 19a, A2192, F 470 |
| Skovfyr (<i>Pinus sylvestris</i>) | Frederikshåb Plantage | 2/1s, 20 – 40 cm | Kronborg, Gurrevang, FP 227, A2207 |
| | Lovrup Skov | 2/1s, 15 – 30 cm | Palsgaard, Hastrup, A2808 |
| | Stursbøl Hegn | 2/1, 20 – 40 cm | Palsgaard, Hastrup afd. 264c, A2776, F 586 |
| Vintereg (<i>Quercus petraea</i>) | Alle | 3/0+, 50 – 80 cm | Stenholt Skov, Lb. Nr. 59032 |
| Birk (<i>Betula pendula</i>) | Alle | 1/1, 60 – 100 cm | Fyn, Sønderkovgård afd. 130b |
| Røn (<i>Sorbus aucuparia</i>) | Alle | 1/1, 40 – 60 cm | Dyrelund Plantage |

Der skulle kun plantes på forberedte plantepladser. Hvis der ikke var plantepladser nok til at rumme de 25 eller 20 planter per gruppe, så skulle der plantes et mindre antal, men mindst 20 eller 15 planter per gruppe. Birk og røn skulle bare plantes med 20 planter per gruppe efter følgende skema:

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| X | X | | X | X |
| X | X | X | X | X |
| | X | | X | |
| X | X | X | X | X |
| X | X | | X | X |

Plantningstidspunkterne i 2001 er sammenfattet i tabel 11. I parcel F24 blev cirka 40% af grupperne først plantet året efter (c. 13. maj 2002).

Tabel 11. Tidspunkter for jordbearbejdning og plantning i 2001 i genkultiveringsmodel 4.

| Skov | Tidspunkt for jordbearbejdning | Tidspunkt for plantning |
|-----------------------|--------------------------------|-------------------------|
| Frederikshåb Plantage | 30. april – 10. maj | 30. april – 18. maj |
| Lovrup Skov | 23. april – 4. maj | 14. maj – 25. maj |
| Stursbøl Hegn | 26. marts – 6. april | 17. april – 27. maj |

Ved afsætningen af plantegrupperne og plantningen i foråret 2001 blev der noteret følgende uregelmæssigheder:

Frederikshåb Plantage:

- F14 & F14h: En gruppe med birk mangler mod hegn
- F24 & delvis F24h: meget forstyret af mange spor; mange sten i jorden, derfor besværlig plantning
- F34: En gruppe med birk mangler i midten af blokken
- F44 & F44h: En gruppe med birk mangler mod syd
- Jorden meget hård. Lidt for dybe jordhuller og højtliggende al-lag, derfor risiko for dårlig plantningsdybde
- Meget store egeplanter.
- Røn meget udsprunget.

Lovrup Skov

- L24 & L24h: den yderste række af grupper mod øst mangler.
- Problemer med gruslag, som ikke blev brudt under jordbearbejdningen og som gjorde plantningen besværlig.
- Store egeplanter.
- Røn og birk meget udsprunget.

Stursbøl Hegn

- Store egeplanter.

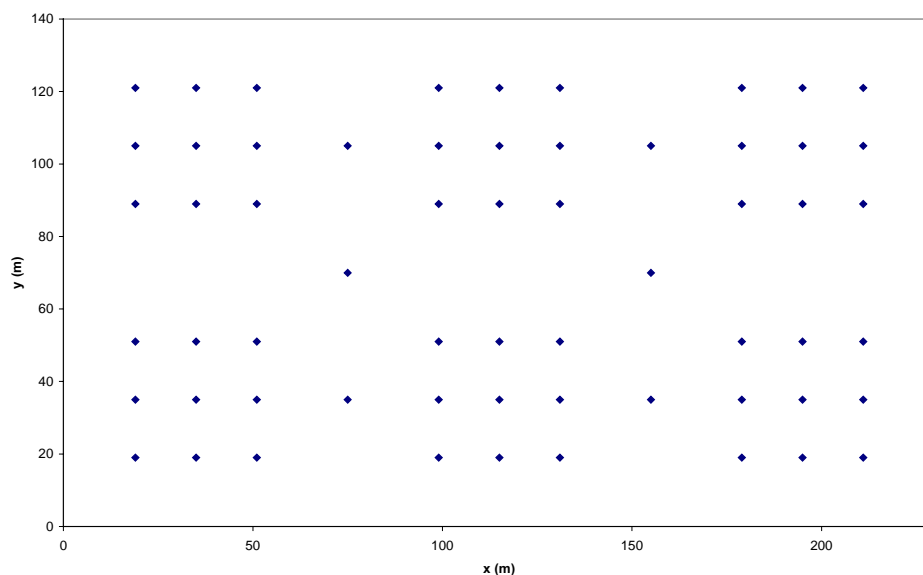
6. Metoder

I løbet af projektet blev den naturlige foryngelse i forsøgsparcellerne registreret flere gange ved hjælp af stikprøveflader. De plantede kulturer blev kun målt op en gang i 2003. Parcellerne blev fotograferet i alle år for at dokumentere udviklingen. En specialundersøgelse kiggede på frøfaldet i to parcelblokke i sæsonen 2002/2003.

6.1 Frøfald

Frøfaldet blev undersøgt i vinteren 2002/03 i to blokke i Frederikshåb Plantage (blok F1 og F2). De to blokke blev valgt, fordi begge to er omgivet af stående bevoksninger og dermed har frøkil-der i kortest mulig afstand. I efteråret 2002 kunne en betydelig frøsætning observeres hos mange træarter i forskellige regioner af landet. Det viste sig først efter undersøgelsen blev sat i gang, at der kun var meget begrænset frø det år i Frederikshåb Plantage.

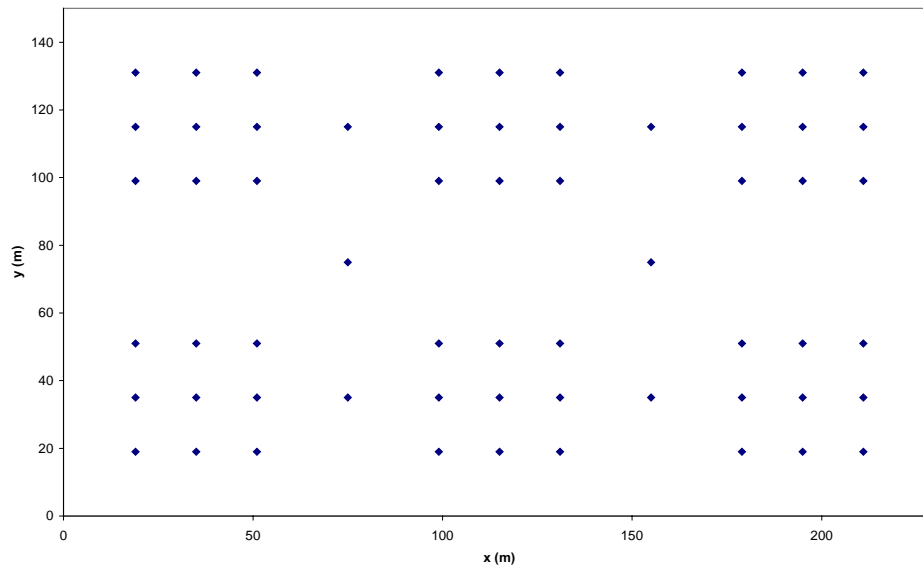
I hver blok blev 60 frøfælder fordelt jævnt over hele blokkens areal (figur 23 og figur 24). Fæl-derne blev sat op mellem 14. og 17. september 2002 og tømt 6 gange, sidst den 9. maj 2003.



Figur 23. Placering af frøfælderne i blok F1. (0,0) er blokkens SV-hjørne.

Et første forsøg på at fange frø på alle forsøgsparceller i vinteren 2000/01 mislykkedes, fordi frøfælderne blev revet i stykker under stormene på de åbne arealer. Fælderne var konstrueret af en cykelfælg, der holdt en pose af sejldug, som blev holdt nede af en sten. Overfladen af sejldugen var imidlertid for stort så stenene blev kastet ud eller sejldugen revet i stykker.

I 2002 blev frøfælderne bygget af en sort plastikspand (foderspand) med en diameter af åbningen på 34 cm og en højde på 27 cm. I spandens bund blev der lavet et antal huller, så regnvandet kunne sive ud. Spandene blev sat på plads ved hjælp af fire pløkker (20 – 30 cm) og en 4 kg mursten. I spandens åbning placerede vi et stykke glasfiber-fluenet (1,5 mm maskevidde), som holdt frøene tilbage. Nettet blev holdt på plads af et stykke hønsetråd (20 mm maskevidde), som placeredes over spanden og som samtidig hindrede f.eks. fugle i at fjerne frøene (figur 25).



Figur 24. Placering af frøfælderne i blok F2. (0,0) er blokkens SV-hjørne.



Figur 25. Frøfælde set fra oven.

6.2 Naturlig foryngelse

Den naturlige foryngelse på forsøgsparcellerne blev registreret ved hjælp af stikprøveflader. Et temporært stikprøvesystem blev etableret i foråret 2000 før rydningen på en del af parcellerne (genkultiveringsmodel 2 og 3 i Frederikshåb Plantage og Stursbøl Hegn) for at undersøge rydningens effekt på den naturlige foryngelse. Foryngelsen blev her registreret både før og efter rydningen. Et system af permanente stikprøveflader blev etableret i efteråret 2000 på alle forsøgsparceller med genkultiveringsmodel 1 – 3.

6.2.1 Temporære stikprøveflader

Et temporært stikprøvesystem blev etableret i foråret 2000 før rydningen på en del af parcellerne (genkultiveringsmodel 2 og 3 i Frederikshåb Plantage og Stursbøl Hegn) for at undersøge rydningens effekt på den naturlige foryngelse. Foryngelsen blev her registreret både før og efter rydningen.

På i alt 32 parceller blev der i marts og april 2000, inden skovningen begyndte, etableret 12 temporære prøveflader per parcel (kun 10 per parcel i blok F3), i alt 376 prøveflader. Prøvefladerne var som regel lagt ud i tre parallelle linier (20 - 25 m afstand) med cirka 15 m afstand mellem prøvefladerne. Afstanden varierede afhængig af, om det var muligt at placere prøveflader på de punkter. Mange steder var det ikke muligt at komme ned til jorden på grund af de mange væltede træer (figur 28). Det vurderes, at udvælgelsen af tilgængelige steder for placeringen af prøveflader ikke betyder en fejlrepræsentation af foryngelsen eller skaderne på dem under rydningen. De cirkulære prøveflader havde en størrelse på 10 m² i Stursbøl Hegn og 5 m² i Frederikshåb Plantage. Prøvefladernes midtpunkt var markeret med et søm i jorden og et spraymalingskryds på jorden. Prøvefladerne blev efter rydningen genfundet i juli 2000 ved hjælp af indmålingsprotokollerne og en magnetsøger.

På prøvefladerne registrerede vi naturlig foryngelse med antal per art og højden af den højeste plante per art. Bundvegetationen blev registreret med dækningsgraderne af græs, mos og urter. Før rydningen blev andelen af åben mineraljord registreret, efter rydningen andelen af dækspor og kvas.

6.2.2 Permanente stikprøveflader

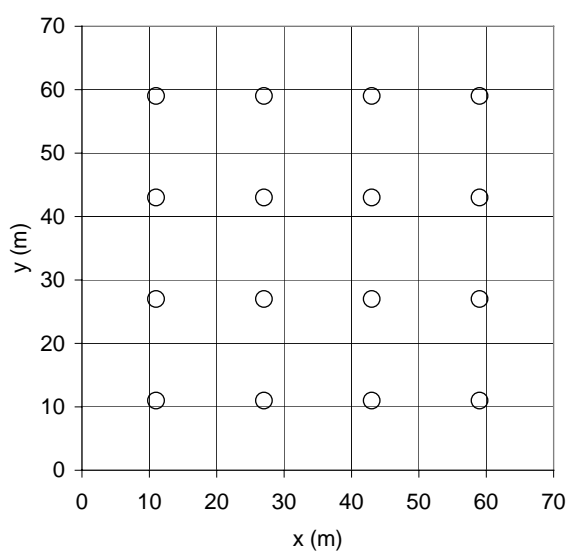
6.2.2.1 Design og afsætning

Et system af permanente stikprøveflader blev etableret i efteråret 2000 på alle forsøgsparceller med genkultiveringsmodel 1 – 3 med i alt 1032 prøveflader (se tabel 9 for det præcise antal per parcel). Prøvefladerne dækker cirka 1% af parcelarealet. Prøvefladerne blev placeret systematisk i et gitter med 16 m afstand mellem prøvefladernes midtpunkt. Der blev brugt tre forskellige modeller (figur 26 og figur 27) afhængig af parcellens størrelse.

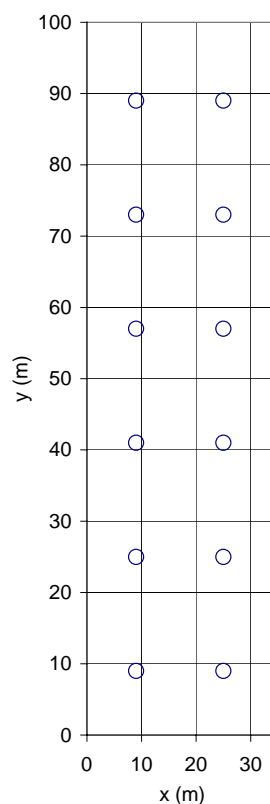
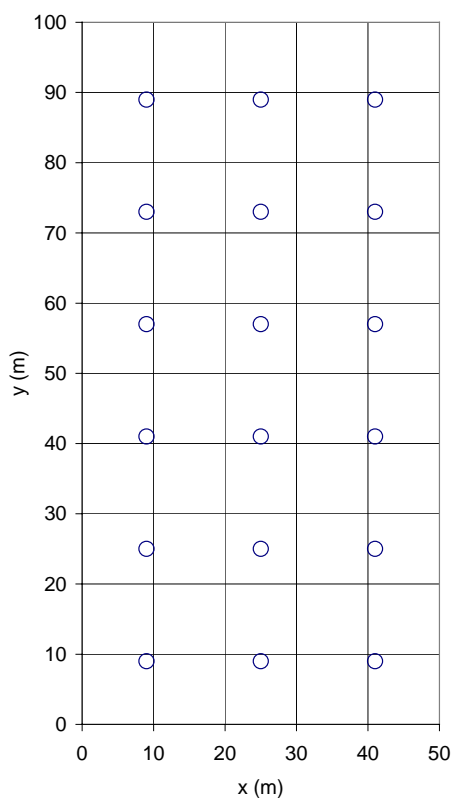
Afsætning af stikprøvefladerne skete ved hjælp af håndkompass og laserafstandsmåler (Impulse 100, Laser Technology Inc.). Prøvefladernes midtpunkt blev i skoven markeret med en rød PVC-plastikstang (66 cm længde, 10 mm diameter) som blev banket delvis ned i jorden og et 16 cm-søm i jorden (gør det muligt at genfinde punkterne ved hjælp af magnetsøgere). I efteråret 2003 blev prøvefladerne nummeret med blå nummermærker. Nummereringen mangler stadig i parcellerne S42h, S43, S43h, L12, L13, L13h, L22, L22h, L23, L23h, L32, L32h, L33 og L33h. Røde plastikstrimler blev hængt på rødder eller tykke grene i nærheden af prøvefladens midtpunkt for at gøre den mere synlig.

Størrelsen af de cirkulære prøveflader svarer med 4 m² (1,13 m radius) til det forventede vækstrum per plante i en komplet naturlig foryngelse med 2500 planter per ha. Dermed kan det forventes, at i gennemsnit mindst en plante bliver registreret per prøveflade. Samtidig tillader en prøveflade af den størrelse, at man registrerer planterne uden selv at stå i prøvefladen og dermed forstyrre objektet.

Stikprøvesystemet har en tidshorisont på 10 - 30 år. Når træerne bliver for store, skal prøvefladerne opgives og erstattes af et andet stikprøvesystem (f.eks. større prøveflader). De samme prøveflade-midtpunkter kan ikke bruges pga. forstyrrelsen i periferien.



Figur 26. Placering af prøvefladerne i 70 x 70 m parceller.
 Afstand mellem prøvefladerne: 16 m,
 afstand fra den sydlige og vestlige parcelgrænse: 11 m.



Figur 27. Placering af prøvefladerne i 50 x 100 m parceller (til venstre) og 33 x 100 m parceller (til højre).
 Afstand mellem prøvefladerne: 16 m,
 afstand fra den sydlige og vestlige parcelgrænse: 9 m.

6.2.2.2 Registreringer

Prøvefladerne blev målt op i efteråret 2000, 2001 og 2003. Afgrænsning af prøvefladerne i marken skete ved hjælp af en metalsnor med mærke ved 1,13 m længde, som blev hængt ind på plastikstangen som markerer midtpunktet. Yderligere brugte vi et listekryds til at dele prøvefladen ind i fire kvadranter til estimering af dækningsgrader. I prøvefladerne registrerede vi naturlig foryngelse, bundvegetation og vækstsustrat (kun i 2000).



Figur 28. Registreringer i ikke ryddede parceller.

Naturlig foryngelse blev registreret med antal per art (delt op i kimplanter og over 1-årige) og højden af de to højeste planter per art (cm) målt i naturlig position lodret ned fra topknoppen.

For at beskrive den rumlige fordeling af opvæksten er prøveflader med en fast størrelse uegnede, fordi ubevoksede arealer kan være større end prøvefladens areal. Derfor målte vi i 2003 størrelsen af de ubevoksede arealer ved at måle afstanden til nærmeste træ fra alle prøvefladernes midtpunkt. Prøvefladernes midtpunkt blev valgt, fordi vi her allerede havde etableret systematisk placerede stikprøvepunkter. Ved at måle afstanden fra et antal stikprøvepunkter til det nærmeste træ bliver det minimale ubevoksede areal registreret, som svarer til en cirkel omkring stikprøvepunktet. Kun træerne indenfor en radius af 8 m, som svarer til den halve afstand mellem stikprøvepunkterne, blev undersøgt for det nærmeste træ. Ved at sammenligne fordelingen af størrelsen af de ubevoksede arealer med teoretiske fordelinger for forskellige rumlige fordelinger (Cox 1971, Loetsch 1973, Loetsch *et al.* 1973) kan man ud fra denne meget simple registreringsmetode konkludere på opvækstens rumlige fordeling.

Bundvegetation blev registreret med dækningsgraderne af græs, urter og mos. Mosserne betragtes her som et eget lag, så at den maksimale dækningsgrad kan være 200%. Dækningsgraderne blev skønnet i følgende trin: 1, 2, 3, 4, 5, 10, 15, 20, 30, ..., 100 % af prøvefladens areal. Den maksimale højde af bundvegetationen blev målt som den højeste del af planten, som var til stede ved måletidspunktet i efteråret. Ofte var det frøstandene af græsset.

Enkelte arter blev kun registreret med deres navn, hvis de var dominerende i prøvefladen, dvs. hvis deres dækning var over 10% af prøvefladens areal.

I efteråret 2000 registrerede vi for alle prøveflader specielle væksts substrater i prøvefladen, dvs. andelen af sten, blottet mineraljord, rodskage, spor, ved, kroner eller kvas. I tilfælde af overhængende kroner registrerede vi også den maksimale højde af kronen i prøvefladen. Alle vedstykker i prøvefladen blev klassificeret (stammer, skiver, stød, rødder, bark, gammel ved, gammel stød) og målt med deres midtdiameter, længden i prøvefladen og højde over jorden (underside af vedstykket).

6.3 Plantede kulturer

Plantede kulturer i genkultiveringsmodel 4 blev kun målt i efteråret 2003. Her registrerede vi antal og højden af de to højeste træer per gruppe. Antallet af træer per gruppe er i nogle tilfælde kun et skøn, fordi det ikke var muligt at skelne mellem naturforyngelse og plantede individer af samme art tre år efter plantningen, specielt for rødgran, men også for røn og delvis birk.

6.4 Fotoregistrering

Hvert år blev alle parceller fotograferet fra SØ-hjørnet (blok F1, F2, F4, L1, L2, S1, S2 og S3) eller SV-hjørnet (blok F3, L3, L4 og S4). Billedet blev altid taget i den samme, fast markerede retning, som er et punkt 5 m fra hjørnepælen på diagonalen gennem parcellen (markeret med jernrør og hvid plastikstang i marken). En landmålerstok blev placeret på dette punkt og tre billeder taget med følgende brændvidde på zoomlinsen: 28 mm, mellem 28 og 50 mm, 50 mm.

Tidspunkterne for fotoregistreringerne var:

- 12. juli 2000 (kun i cirka halvdelen af parcellerne)
- 19. – 25. juni 2001
- 11. – 12. juli 2002
- 27. – 28. juni 2003

6.5 Statistiske metoder

Den statistiske analyse af de indsamlede data begrænsede sig for de fleste data til beregningen af deskriptive statistikker (middelværdier, median, minimum, maksimum) og deres grafiske præsentation. For at teste effekter af behandlingerne beregnede jeg variansanalyser med parcelmiddelværdierne for stamtal og maksimal højde per prøveflade.

For at analysere den rumlige fordeling af opvæksten på arealet brugte jeg en modifikation af en metode, som er kendt som Nullflächendiagramm eller zero-plot diagram (Cox 1971, Loetsch 1973, Loetsch *et al.* 1973). Metoden sammenligner grafisk sumfrekvensfordelingen for størrelsen af ubevoksede arealer med teoretiske sumfrekvensfordelinger for tilfældige eller systematiske rumlige fordelinger. Afvigende fra originalmetoden brugte jeg utransformerede akser i sumfrekvensfordelingen og andre referenceværdier.

7. Resultater

I projektperioden undersøgte vi frøfaldet, udviklingen af den naturlige foryngelse og udviklingen af plantede kulturer.

7.1 Frøfald

Frøspredningen er den første proces i løbet af en naturlig foryngelse. Det viste sig desværre først efter undersøgelsen var sat i gang, at der ikke var meget frøproduktion for rødgran i Frederikshåb Plantage i 2002. Rødgran er den dominerende træart i de omgivende bevoksninger. De rødgranfrø som blev fanget i vinteren 2002/2003 var derfor mest døde. Døde frø er lettere og spredes derfor længere end levende frø. Levende nålefrø var mest fra lærk, som var til stede i begge blokke i en stribe umiddelbar øst for parcelblokken. Birk var til stede som frøkilde i blok F1 både nord og øst for parcelblokken, og i blok F2 i en mindre gruppe umiddelbart sydøst for parcelblokken. Alle træarter, som spredte deres frø i forsøgsblokkene, har vindsprede frø.

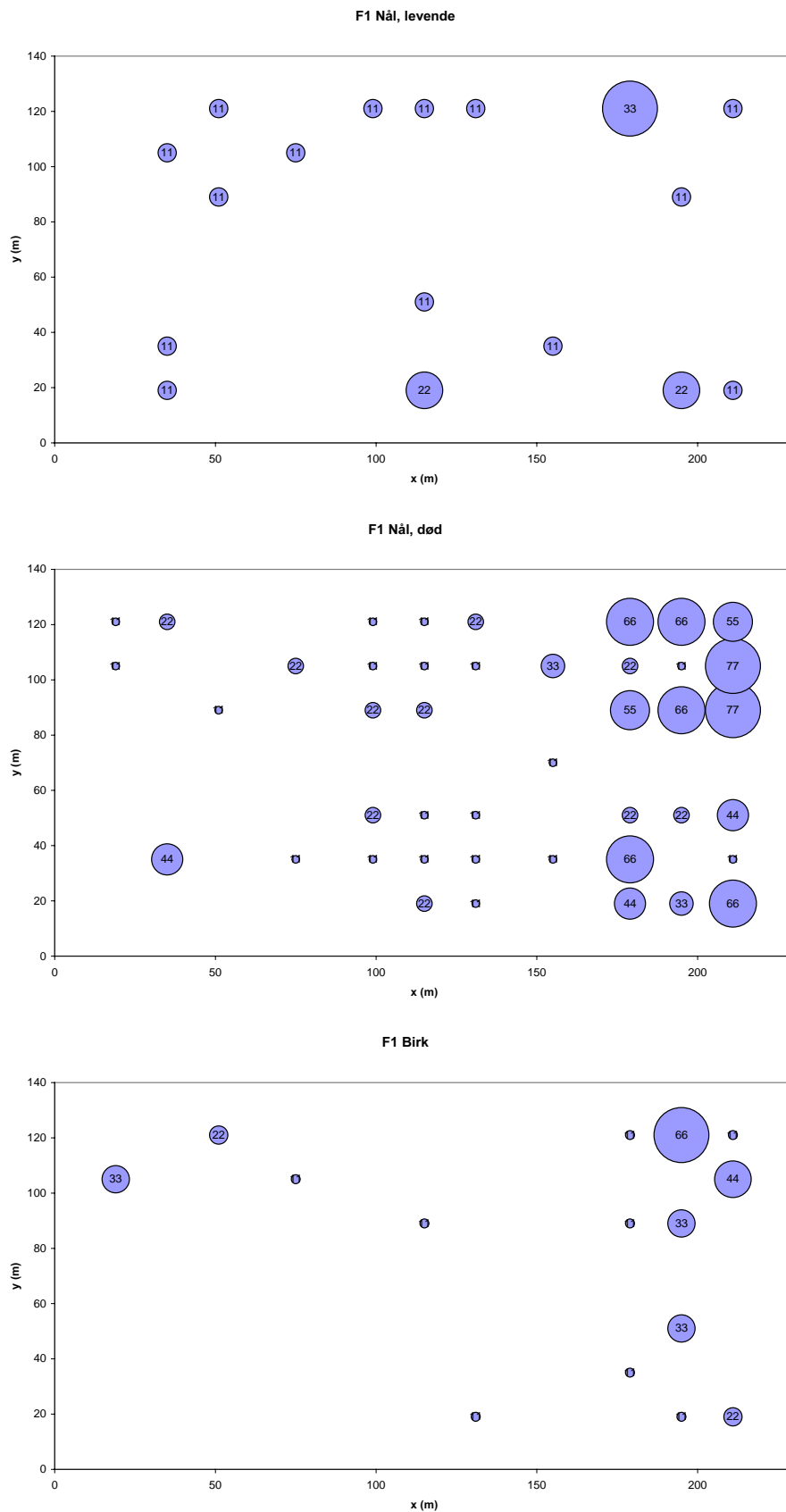
I tabel 12 er den gennemsnitlige frøtæthed sammenfattet for tre grupper af frø. Af levende frø blev der i alt fanget 100.000 per ha i blok F1 og 450.000 per ha i blok F2, heraf hhv. 60 og 76% birk. Kun en mindre del af disse frø kan forventes at blive til træer. Alligevel viser tallene fra et år uden specielt høj frøproduktion et betydeligt potentiale for frøspredning fra omgivende bevoksninger i disse hhv. 10 og 5 ha store stormfaldsarealer. Den større frømængde for såvel levende som døde frø i blok F2 er sandsynligvis en følge af arealets størrelse, som kun er halvdel af størrelsen af arealet hvor blok F1 ligger, og dermed den mindre afstand til frøkilderne (se skovkortene i afsnit 13.3 for forsøgsblokkens placering i forhold til frøkilderne).

Tabel 12. Gennemsnitlig frøtæthed (stk./m²) i vinteren 2002/2003 i Frederikshåb Plantage.

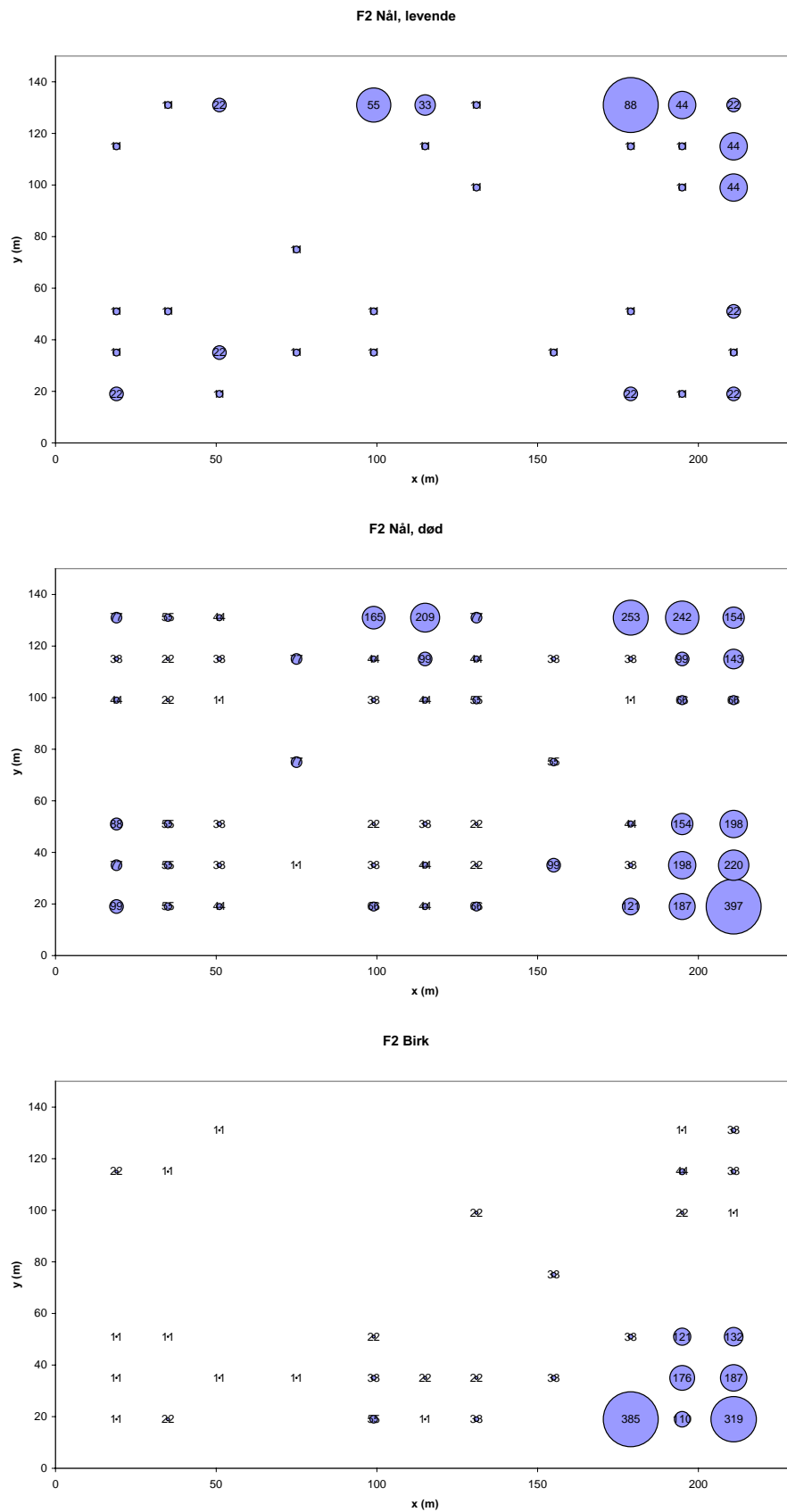
| Blok, afdeling | Levende frø nål | Døde frø nål | Birkefrø |
|----------------|-----------------|--------------|----------|
| F1, afd. 92 | 4 | 20 | 6 |
| F2, afd. 99 | 11 | 83 | 34 |

Gennemsnitstallene skjuler en betydelig rumlig variation i frøtætheden. I figur 29 og figur 30 er frøtætheden per frøfælde tegnet ind i kortene, som viser fældernes placering. Døde nålefrø blev fundet i større mængder i alle frøfælder i blok F2. I blok F1, hvor afstanden til frøkilderne syd og vest for blokken er længere, var døde nålefrø ikke så hyppigt og i midten af det åbne areal manglede de næsten totalt. Levende frø var koncentreret i nærheden af frøkilderne og arealerne uden frø var i de ca. 3 ha store forsøgsblokke op til 1 ha store. Den rumlige fordeling af frøfaldet viser tydeligt, at det var mest østenvind, som i vinteren 2002/2003 var med til at sprede frøene i Frederikshåb Plantage.

Resultaterne er i overensstemmelse med litteraturen, som nævner maksimale spredningsdistancer for større mængder vindsprede frø på omkring 100 m. Fordelingen af frøkilderne på arealet er derfor afgørende for den rumlige fordeling af frøtætheden på stormfaldsarealer. Åbne arealer af op til 5 - 6 ha kan uden problemer dækkes fra frøkilderne i skovkanten. Afhængigt af arealets geometri kan arealerne også være større. Bliver afstanden til frøkilder for stor, fordi arealerne er endnu større, må man regne med at dele af arealet ikke får tilstrækkelig med frø til at starte en naturlig foryngelse.

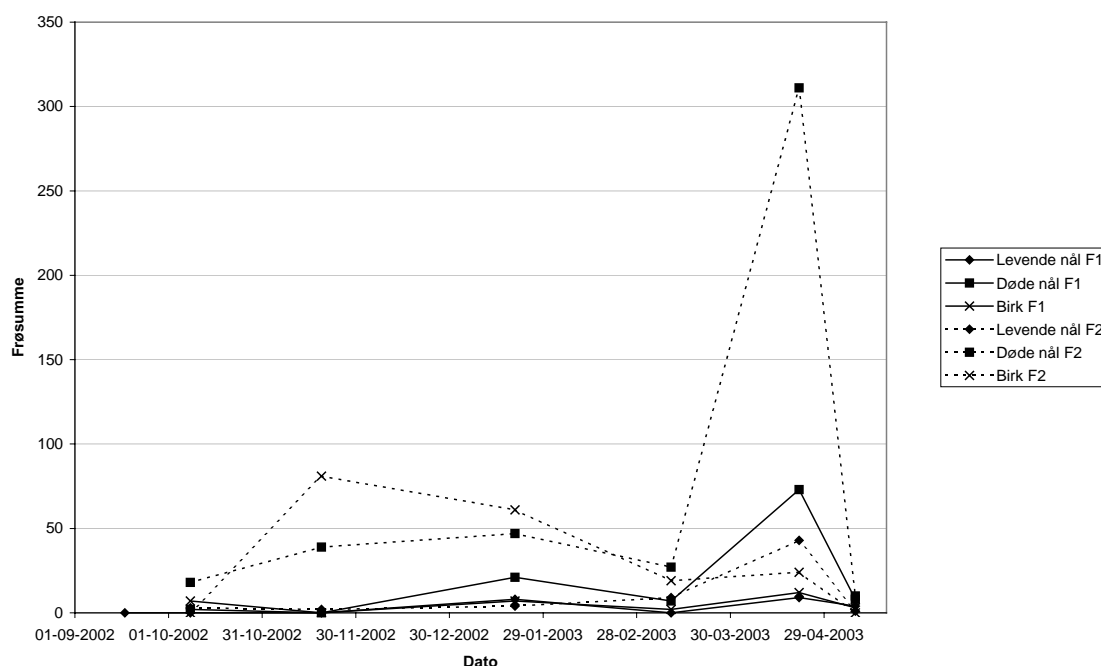


Figur 29. Rumlig fordeling af frø i vinteren 2002/2003 i afd. 92 (blok F1) i Frederikshåb Plantage (tallene giver frøtætheden i stk./m²).



Figur 30. Rumlig fordeling af frø i vinteren 2002/2003 i afd. 99 (blok F2) i Frederikshåb Plantage (tallene giver frøtætheden i stk./m²).

Vi tømte frøfælderne seks gange i løbet af vinteren 2002/2003 for at sikre materialet. Fordelingen af de indsamlede frø over tiden (figur 31) kan derfor bruges til at undersøge tidspunkterne for frøspredningen. Resultaterne bærer en mindre usikkerhed, som skyldes, at vi ikke tømte alle frøfælder ved hver indsamling, men kun fælder, som synligt indeholdt frø. Denne metode fører eventuelt til, at frø, som blev overset, først bliver registreret i en senere periode. Men usikkerheden er meget lille. For birk fandt vi den maksimale frømængde i oktober og november i blok F2. Men fælderne blev først sat op den 17. september og en del af birkefrøene kan være spredt inden. Et andet maksimum ses i marts/april, specielt for nålefrø. Dette skyldes det velkendte fænomen at koglerne åbner i solrigt forårsvejr, som ofte falder sammen med østenvind, og frigiver frøene.



Figur 31. Tidsfordeling af frøfaldet.

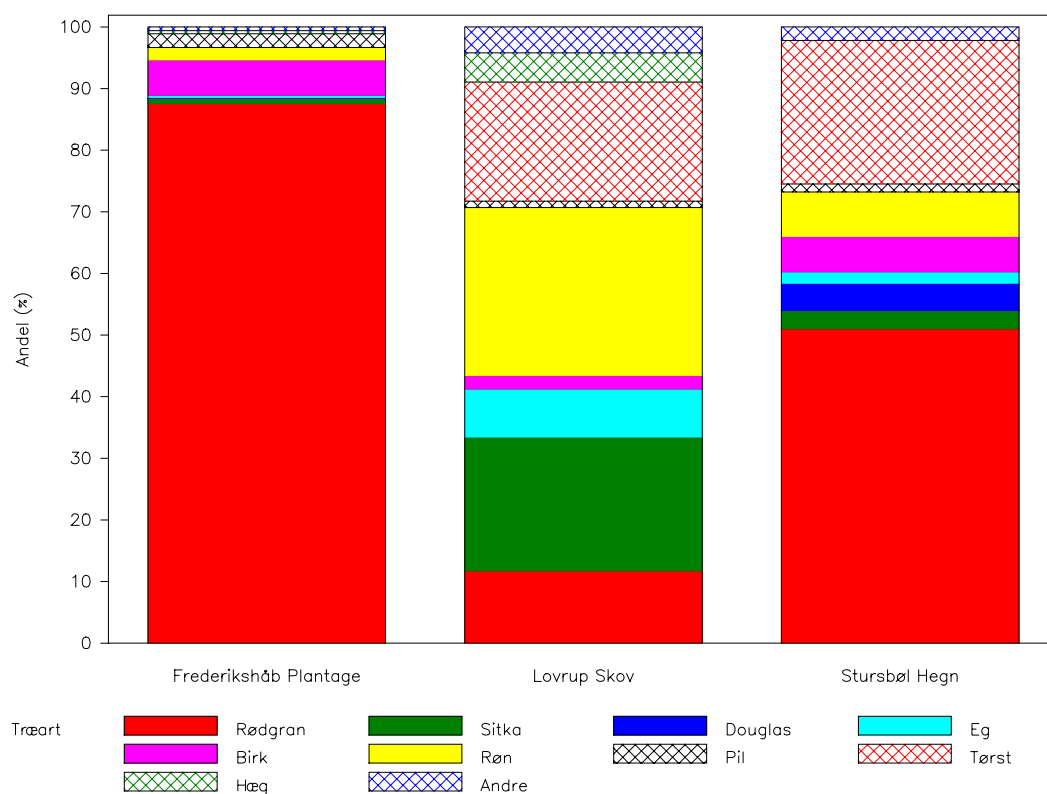
7.2 Naturlig foryngelse

Den naturlige foryngelse på forsøgsparcellerne blev i perioden 2000 – 2003 registreret tre gange, hvilket gør det muligt at beskrive dynamikken i de fire år efter stormfaldet. Et visuelt indtryk af dynamikken kan også fås fra fotografierne, som blev taget for alle forsøgsparceller hvert år. I afsnit 13.4 er et udvalg af disse fotografier gengivet. For at kvantitativt beskrive foryngelsen ved sidste registrering i 2003 gennemgår rapporten i de følgende afsnit variable træsammensætningen, tæthed, rumlig fordeling og højde. Dynamikken i etablering og vækst af foryngelsen efter stormfaldet beskrives i et følgende afsnit ved at sammenligne resultater fra de tre registreringer. Derefter undersøges effekterne af forsøgsfaktorerne (rydningen og vildtbid). Andre faktorer (bundvegetation og vækstsubstrat), som ikke blev manipuleret i forsøget, og deres indflydelse på den naturlige opvækst bliver beskrevet til sidst.

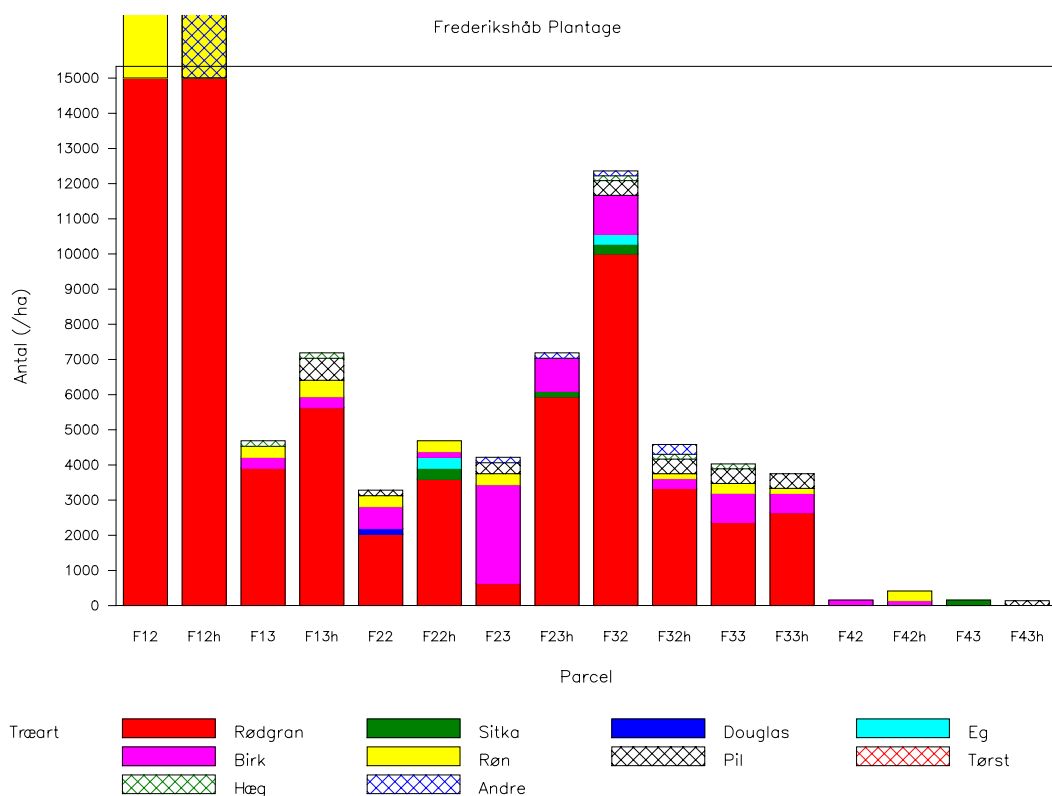
7.2.1 Tilstand fire år efter stormfaldet

7.2.1.1 Træarter

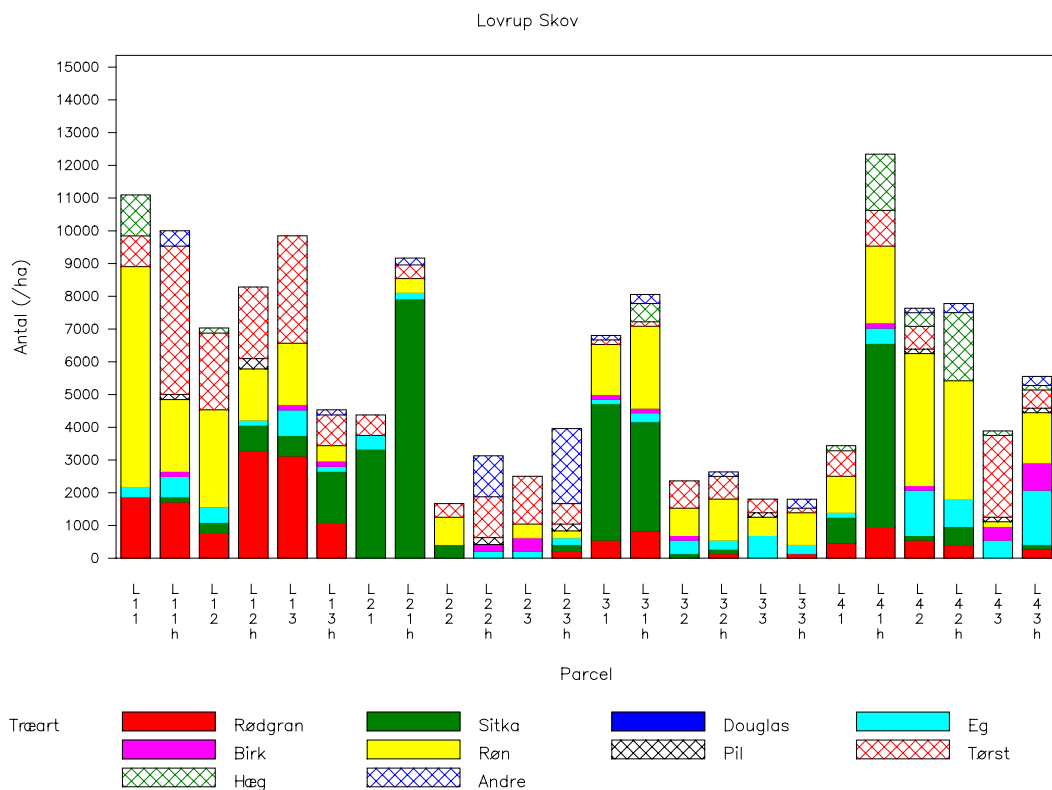
Træartssammensætningen af den naturlige foryngelse i efteråret 2003 (figur 32) er stadig præget meget af artssammensætningen i de væltede bevoksninger, som viser sig i de store andele af rødgran, sitkagran og douglasgran. Pionértræarter (eg, birk, røn, lærk, skovfyr, asp, pil) og –buske (tørst, hæg, hylde), som har etableret sig efter stormen, findes i varierende andel i de tre skove, mindst i Frederikshåb Plantage og flest i Lovrup Skov. Også mellem forsøgsparcellerne i samme skov varierer artssammensætningen betydelig (figur 33 - figur 35). Træarterne i den kommende opvækst vil sandsynligvis være rødgran, sitka, douglas, birk, røn og eg. Andelen af egetræer forventes at stige yderligere i Lovrup Skov, hvor alle forsøgsblokke er omgivet af egebevoksninger. Træartssammensætningen afslører også allerede, at en stor del af den naturlige foryngelse var etableret før stormfaldet.



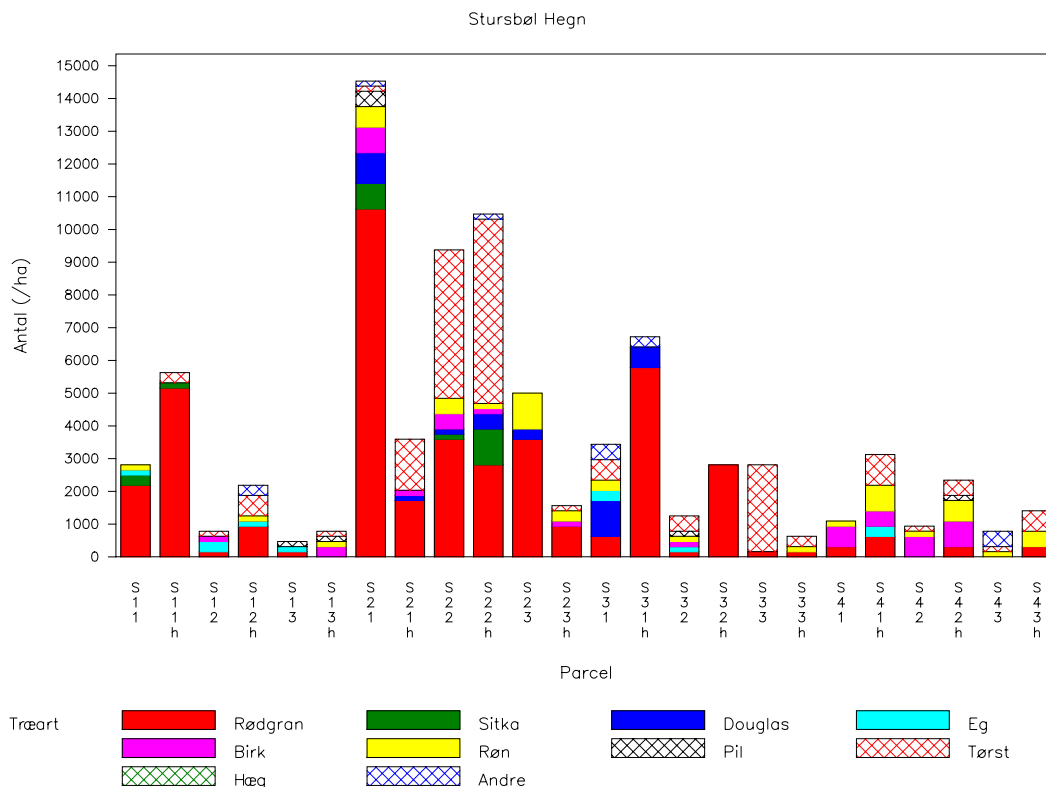
Figur 32. Træartssammensætningen i den naturlige foryngelse i alle 3 skove.



Figur 33. Træartssammensætningen i den naturlige foryngelse i Frederikshøb Plantage 2003. Andre træarter er ædelgran, lærk, skovfyr og hyld. F12: 99.7% rødgran, F12h: 96.5% rødgran.



Figur 34. Træartssammensætningen i den naturlige foryngelse i Lovrup Skov 2003. Andre træarter er lærk, asp, poppel og hyld.

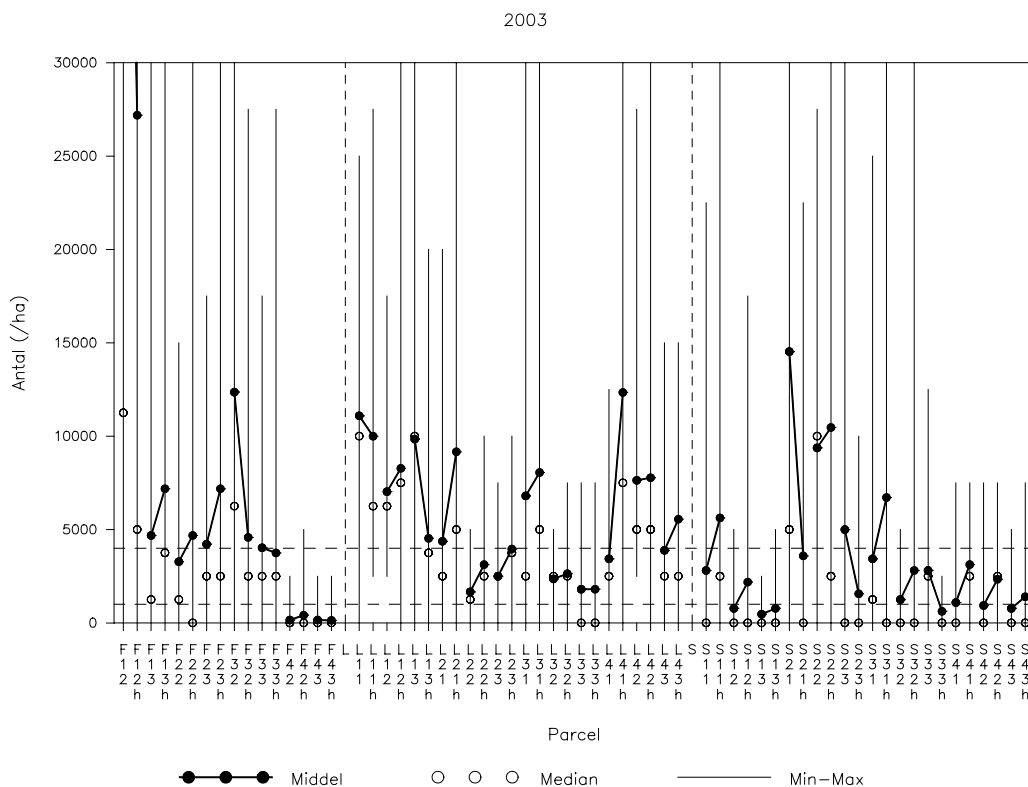


Figur 35. Træartssammensætningen i den naturlige foryngelse i Stursbøl Hegn 2003. Andre træarter er ædelgran, lærk, skovfyr og poppel.

7.2.1.2 Tæthed

Tætheden af den naturlige foryngelse i 2003 er stillet sammen i figur 36 for alle parceller. For hver parcel viser figuren den gennemsnitlige tæthed og ekstremerne for de enkelte prøveflader. Referencelinierne i figuren svarer til en gennemsnitlig plantekultur med 4000 træer/ha og en ung bevoksning efter foryngelsesfasen med 1000 træer/ha. I 10 ud af 64 parceller er tætheden under 1000 træer/ha og halvdelen af parcellerne har en tæthed over 4000 træer/ha.

Der blev fundet en betydelig variation i tætheden på alle rumlige niveauer. Gennemsnittet for parcellerne i Frederikshåb Plantage er højere end for Lovrup Skov og Stursbøl Hegn, som ligner hinanden meget. Men også imellem blokkene i samme skov kan tætheden variere meget, hvilket for eksempel ses ved at sammenligne blokkene F1 og F4. Endelig er forskellen mellem parcellerne stor. Denne forskel skyldes delvist den rumlige variation og dels den forsøgsbetingede manipulation af parcellerne. Ved at sammenligne parceller med og uden hegn kan der kun ses en meget svag tendens til en højere tæthed indenfor hegnet (se afsnit 7.2.3.2 for en mere detaljeret analyse). Spredningen i tætheden registreret på enkelte prøveflader viser en stor rumlig uensartethed indenfor de 0,5 ha store parceller. Denne rumlige variation bliver nærmere analyseret i næste afsnit.



Figur 36. Tæthed 2003.
F12: 60.000 ha, F12h: 27.188 /ha.

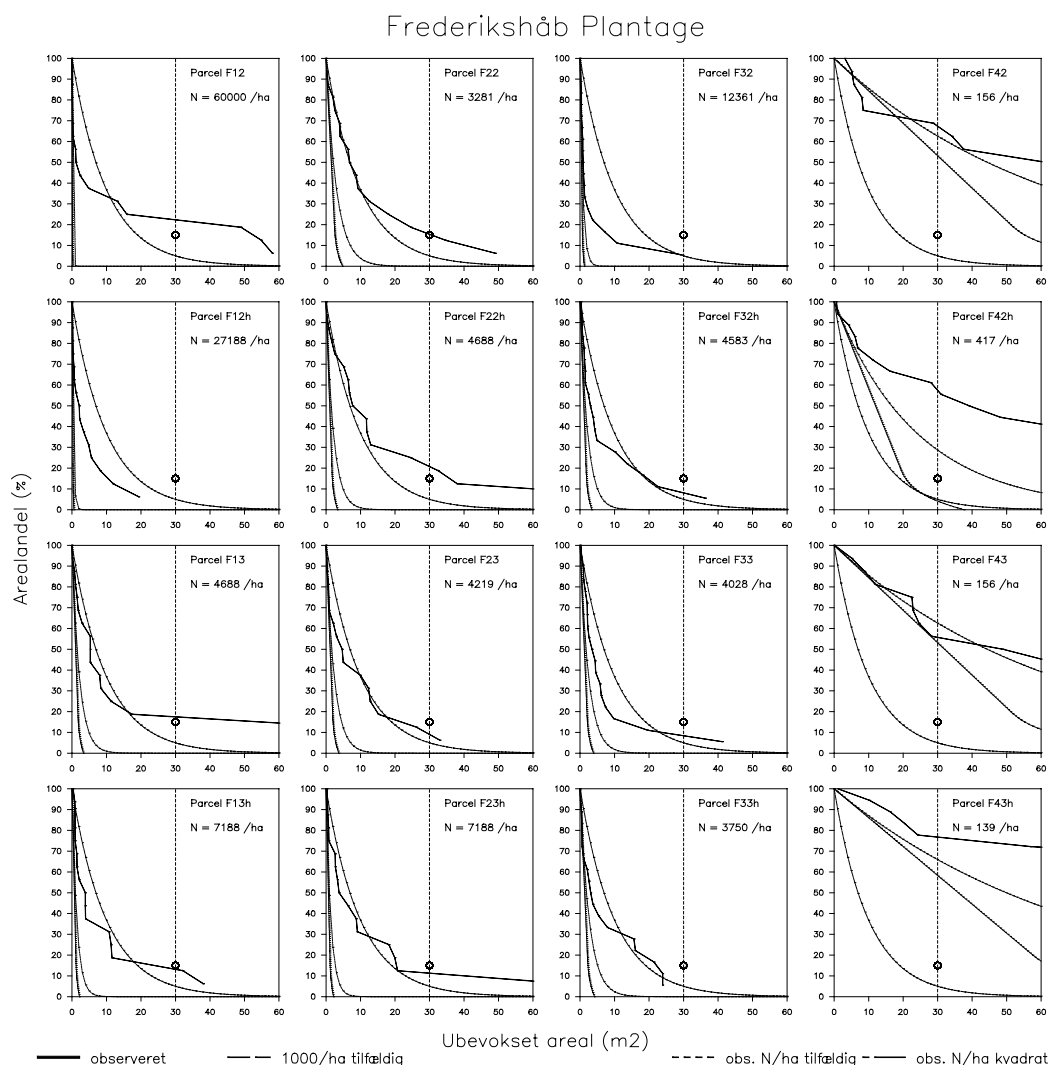
7.2.1.3 Rumlig fordeling

Den rumlige fordeling af opvæksten kan kun med meget høj ressourceindsats beskrives direkte kvantitativt. Det er betydeligt nemmere at registrere størrelsen af ubevoksede arealer stikprøvevist og sammenligne den observerede sumfrekvensfordeling af størrelserne med teoretiske fordelinger (figur 37 - figur 39). Vi sammenligner her med tre teoretiske fordelinger: en fuldstændig tilfældig rumlig fordeling (Poisson fordeling) af 1000 træer per ha, den samme tilfældige fordeling af det gennemsnitlige antal træer registreret på den enkelte parcel og en systematisk fordeling af det gennemsnitlige antal træer registeret per parcel i et kvadratnet. Ligger den observerede sumfrekvensfordeling til højre for den tilfældige fordeling, så er den rumlige fordeling klumpet og har typisk mange store huller.

Som reference bruger vi et ubevokset areal på 30 m². Mindre huller i naturlig foryngelse skal normalt ikke suppleres og der er kun plads til 300 huller af den størrelse per ha. Den teoretiske sumfrekvensfordeling for en tilfældig rumlig fordeling af 1000 træer per ha har 5% af arealet med huller større end 30 m². Videre antages det, at 15% ubevoksede arealer ≥ 30 m² (cirkel i graferne) er acceptabelt i en naturlig foryngelse.

Sammen med den gennemsnitlige tæthed per parcel, som er givet i graferne, kan kurverne i figur 36 - figur 38 bruges til at vurdere den rumlige fordeling for alle parceller. Der findes eksempler for både høj gennemsnitlig tæthed med store andele ubevoksede arealer (F12) og for lav tæthed uden huller (S42, L33h, S41, S43h). Kombinationen af den gennemsnitlige tæthed og den rumlige fordeling giver derfor den bedste information. I den samlede vurdering har 44 parceller (69%) en tilstrækkelig rumlig fordeling af opvæksten, mens 20 parceller (31%) har for store ubevoksede arealer. Uacceptabelt store ubevoksede arealer fandtes i 2003 i parcellerne F12, F13, F22, F22h, blok F4, L33, blok S1, S23, S23h, S32, S33h og S43.

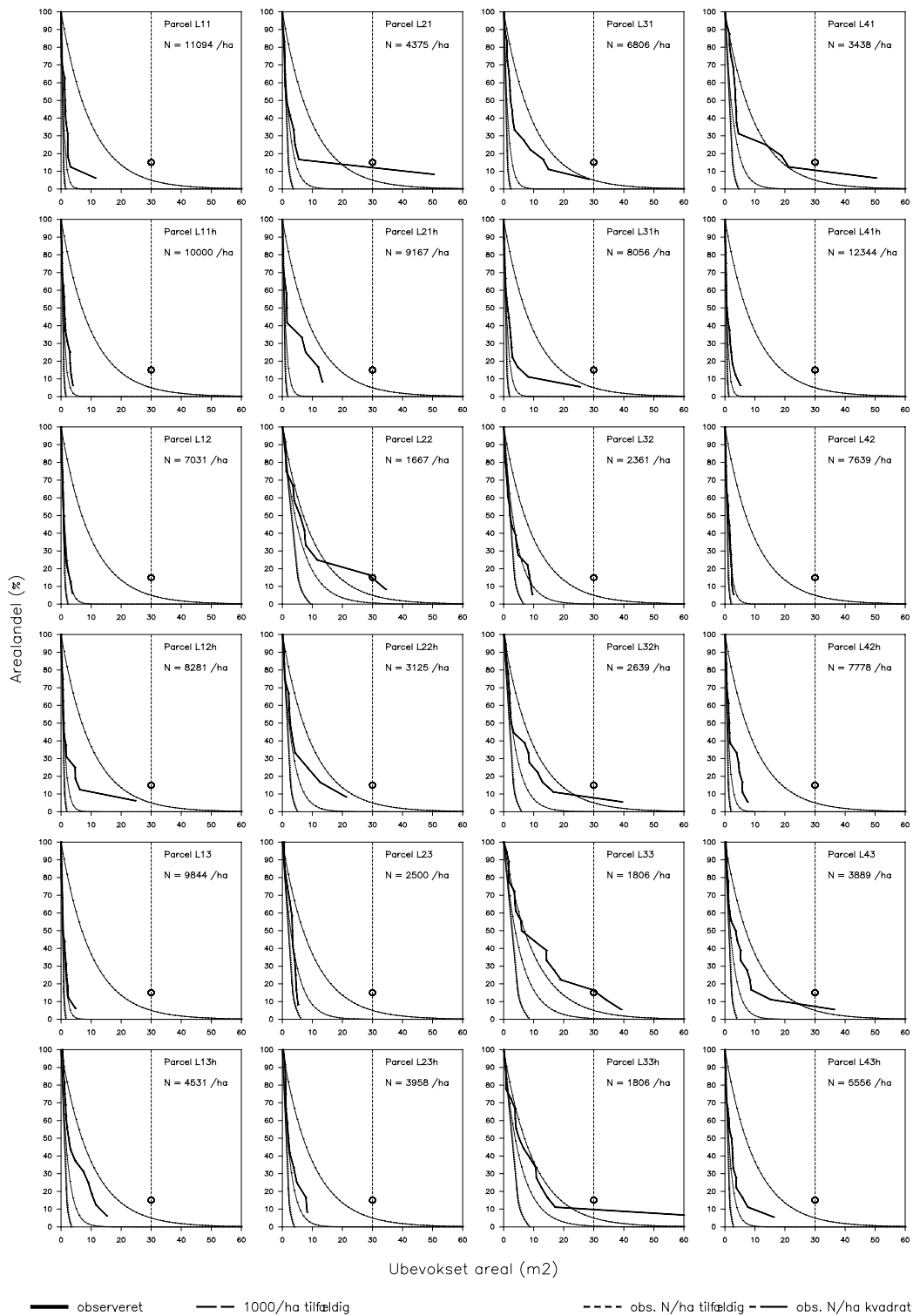
Antallet af prøveflader som blev brugt her for at estimere størrelsesfordelingen af ubevoksede arealer er med 12 - 18 minimalt. Det giver en vis usikkerhed af resultaterne, men tendenserne er i god overensstemmelse med andre indikatorer og visuelle indtryk af forsøgsparcellerne.



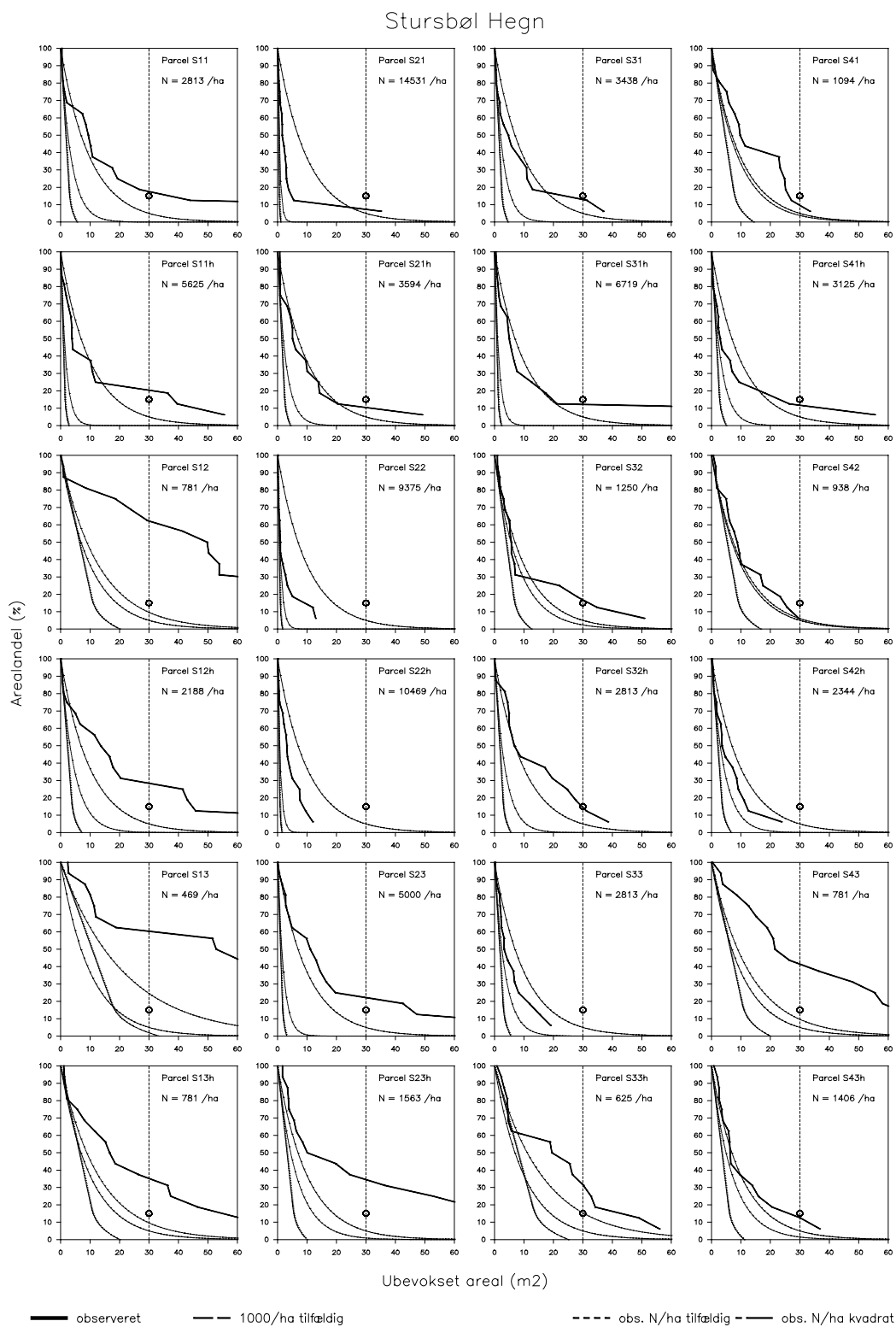
Figur 37. Størrelsesfordeling af ubevoksede arealer i Frederikshåb Plantage i 2003.

Den rumlige fordeling kan også undersøges ved at analysere andelen af tomme prøveflader per parcel (figur 40), selv om denne metode har sine begrænsninger. Kun tre ud af 64 parceller var helt uden tomme prøveflader i efteråret 2003. Udviklingen i andelen af tomme prøveflader fra 2000 til 2003 viser, at der kun i Lovrup Skov skete en markant nedgang, mens de andre to skove forblev mere eller mindre på samme niveau.

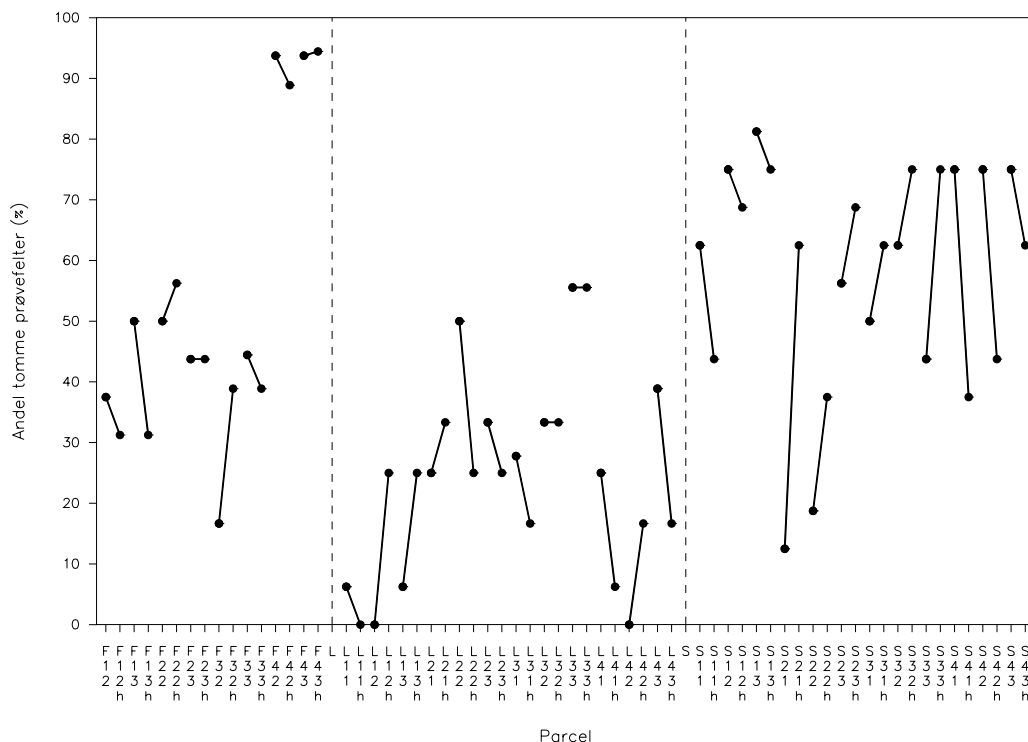
Lovrup Skov



Figur 38. Størrelsesfordeling af ubevoksede arealer i Lovrup Skov i 2003.



Figur 39. Størrelsesfordeling af ubevoksede arealer i Stursbøl Hegn i 2003.

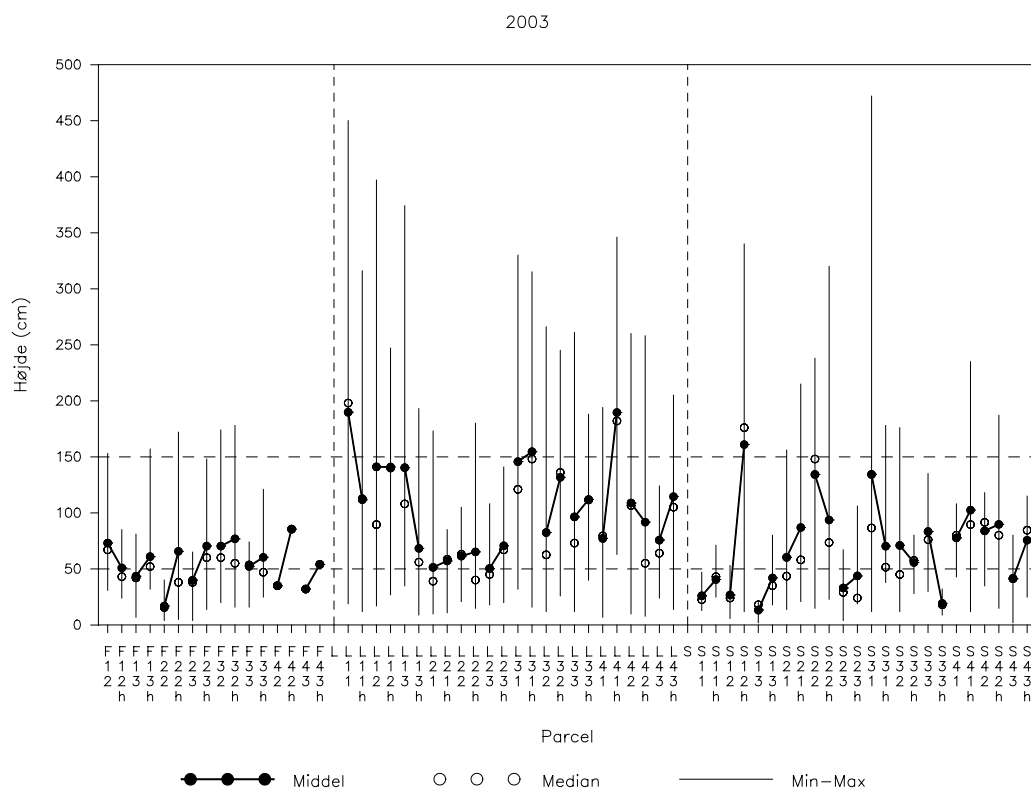


Figur 40. Andelen af tomme prøveflader (4m²) per parcel i 2003.

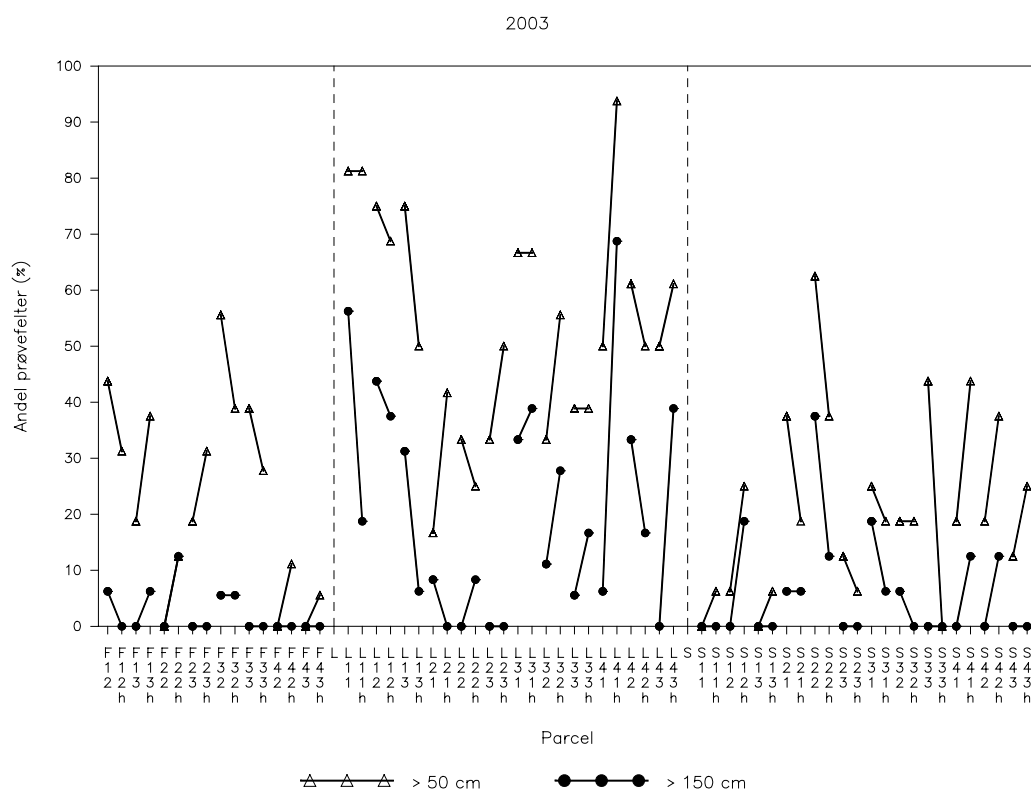
7.2.1.4 Højde

Maksimalhøjden per prøveflade (4m²) i efteråret 2003 (Figur 41) giver en indikation for højden af 2500 jævnt fordelte højeste træer per ha. Referencelinierne i figuren svarer med 150 cm til træerne som er vokset over bidhøjde og dermed sikret og med 50 cm til synlige træer, som også svarer til den normale plantehøjde i kunstige kulturer. Der kan ses en lille forskel i den gennemsnitlige maksimalhøjde mellem skovene. I Lovrup Skov var maksimalhøjden i gennemsnit højere end i de andre to skove. Det skyldes den høje andel af røn i Lovrup Skov, som i løbet af projektperioden voksede meget hurtigere end alle andre træarter i forsøget. En undtagelse er blok L2, hvor røn mangler og derfor er gennemsnitshøjden meget lavere end i resten af parcellerne i Lovrup Skov.

Den gennemsnitlige maksimalhøjde per parcel varierer kun lidt mellem parcellerne. Forsøgsbehandlingerne (rydning og hegning) har heller ingen effekt på maksimalhøjden. En betydelig større variation, som er tegnet ind som spredning, ses mellem prøvefladerne indenfor parcellen. Denne variation undersøgte vi nærmere ved at beregne andelen af prøveflader, hvor maksimalhøjden i 2003 var over 50 eller 150 cm (figur 42). I Frederikshåb Plantage og Stursbøl Hegn var det højeste træ kun på cirka en fjerdedel af alle prøveflader større end 50 cm, hvorimod cirka halvdelen af alle prøveflader havde træer større end 50 cm og en femtedel træer over 150 cm i Lovrup Skov.



Figur 41. Maksimalhøjde 2003.



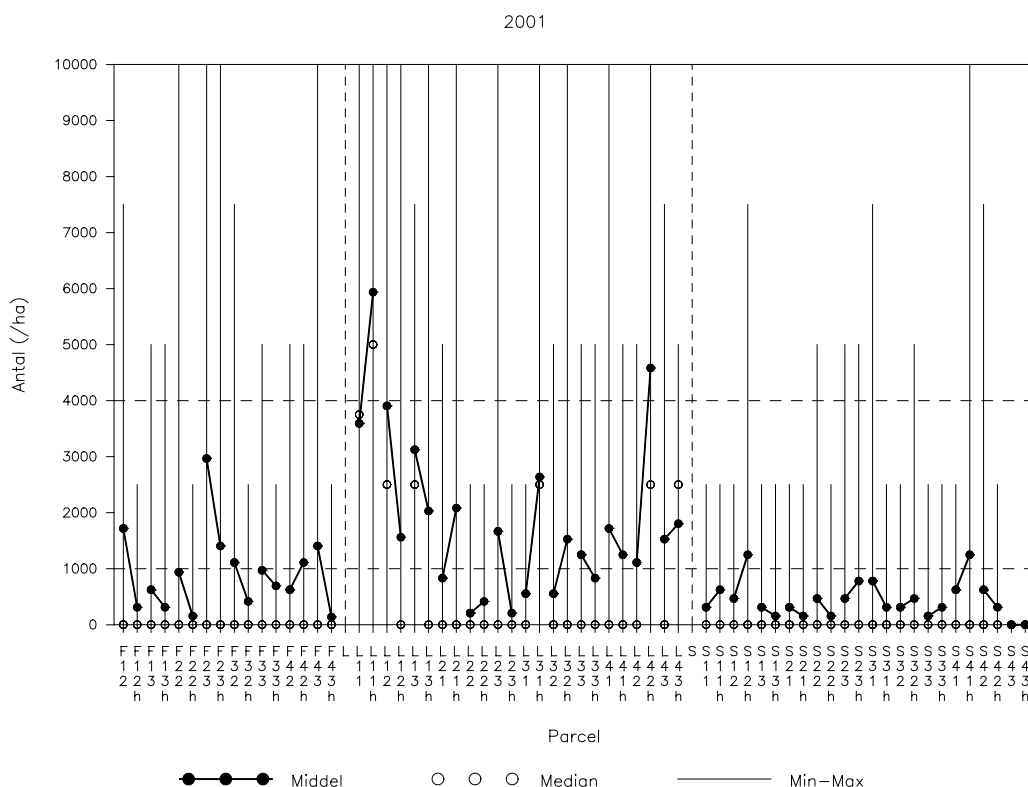
Figur 42. Andelen af prøveflader med maksimalhøjder over 50 eller 150 cm i 2003.

7.2.2 Etablering og vækst efter stormfaldet

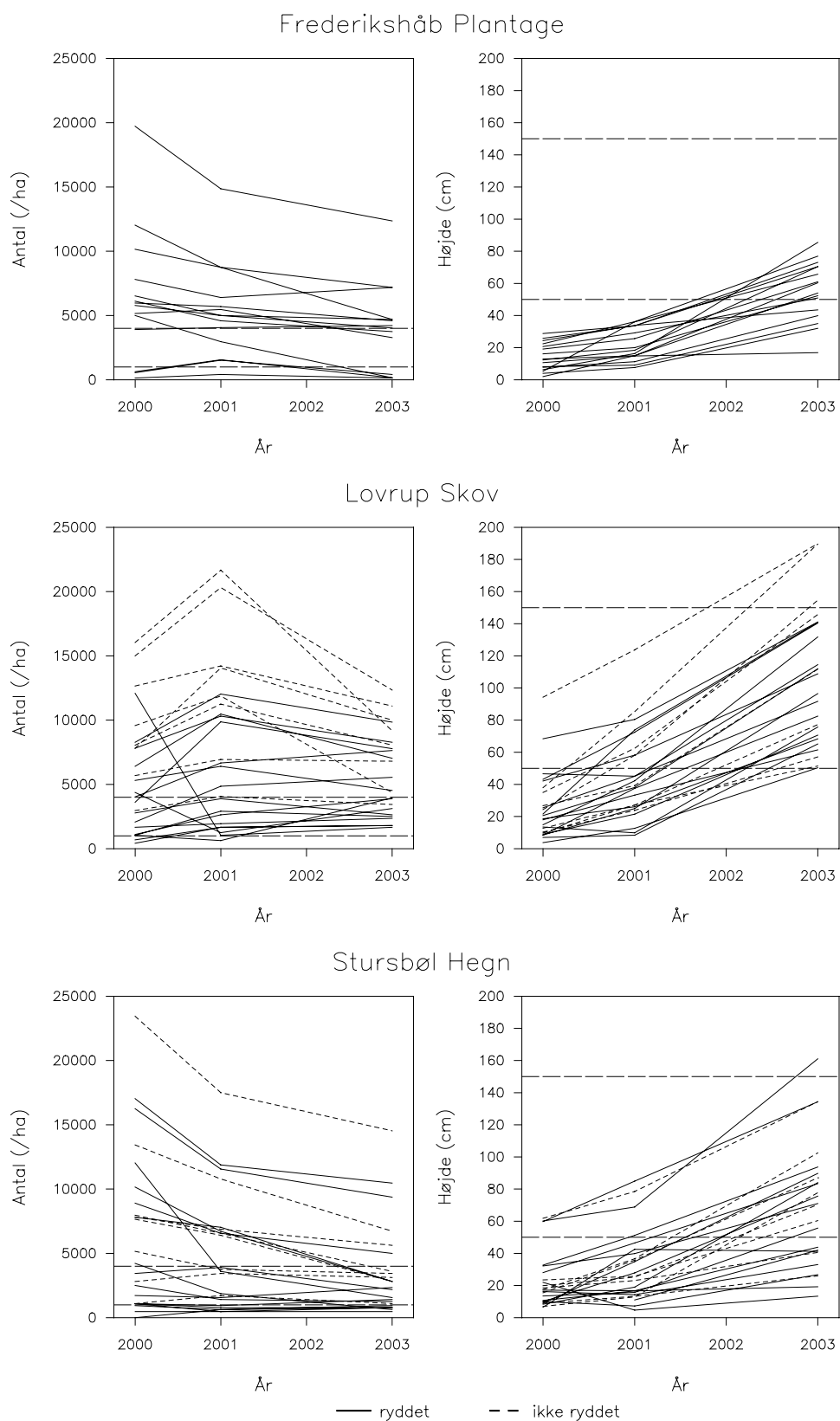
Den naturlige foryngelse blev i perioden 2000 – 2003 registreret tre gange, hvilket gør det muligt at beskrive dynamikken i de fire år efter stormfaldet. Figur 44 viser udviklingen af tætheden og højden i perioden. Ændringer i tætheden med tiden skyldes mortalitet og etablering af nye planter. En betragtning af nettoændringer i tætheden kan muligvis skjule en større dynamik i opvæksten, hvilket ikke forventes her. Kun i Lovrup Skov registrerede vi en nettotilgang af træer i foryngelsen, som var mest markant mellem 2000 og 2001. I de andre to skove blev tætheden reduceret i de fire år efter stormen. En reduktion i tætheden i opvæksten kan skyldes konkurrencen mellem træerne, hvilket endnu ikke er tilfældet her. De barske overlevelsesvilkår for fristillede unge træer på stormfaldsarealerne er sandsynligvis årsagen til reduktionen i tætheden. Samtidig kan det konkluderes, at størstedelen af den naturlige foryngelse, som vi registrerede i 2003, allerede var etableret før stormfaldet i 1999.

Højdevæksten (figur 44) var betydelig bedre i Lovrup Skov end i de andre to skove. Det skyldes mest røn, som voksede meget hurtigere end alle andre træarter i forsøget og som findes i stort tal i Lovrup Skov, men ikke i de andre to skove. Røn kan vokse i løbet af 1 – 2 år til over 1,5 m højde og er derefter ikke længere udsat for vildtbid.

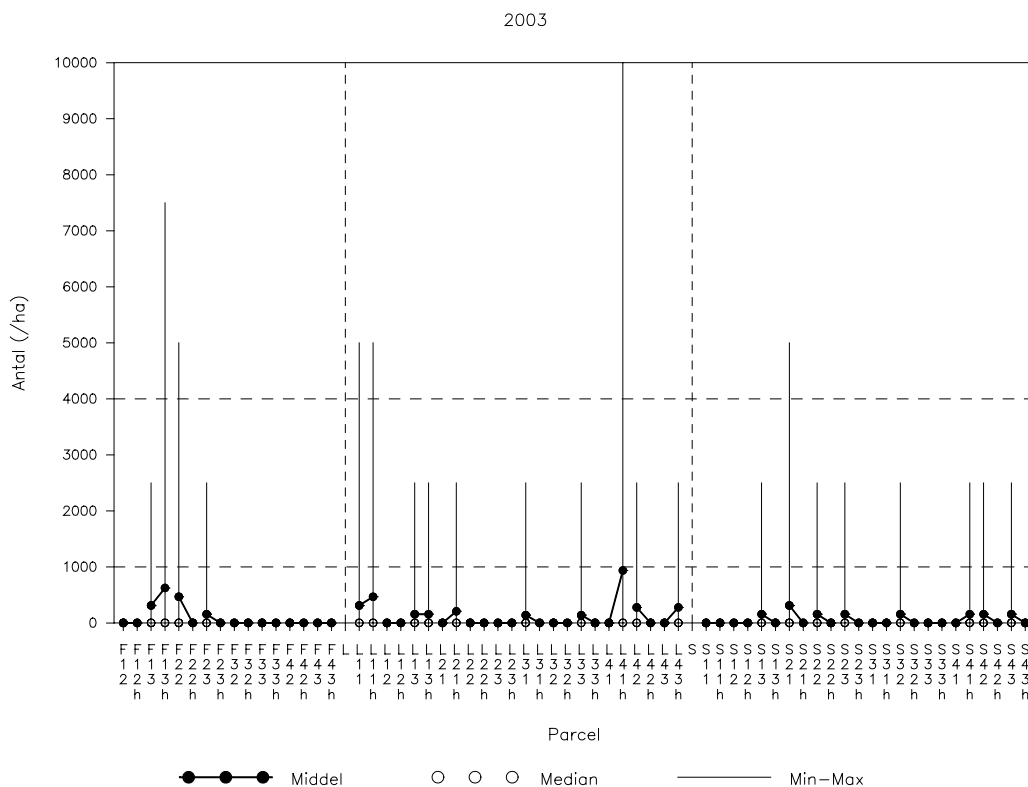
Nettoændringer i tætheden dækker muligvis over en større dynamik, fordi mortalitet og etablering bidrager til ændringerne. Derfor registrerede vi også kimplanter separat for at kunne differentiere mellem mortalitet og etablering, undtagen i 2002 hvor vi ikke registrerede foryngelsen. I efteråret 2001 blev der registreret en del kimplanter (figur 43), specielt i Lovrup Skov, men også i de to andre skove. I efteråret 2003 (figur 45) og 2000 (ikke vist) blev der næsten ikke fundet nogle kimplanter. Vi registrerede ikke i 2002, men udviklingen i tætheden (figur 44) og arts-sammensætningen (figur 46) gør det usandsynlig, at der etablerede sig mange kimplanter i 2002. Dermed etablerede sig der kun nye træer i større antal i et ud af de fire observationsår.



Figur 43. Tæthed af kimplanter i 2001.

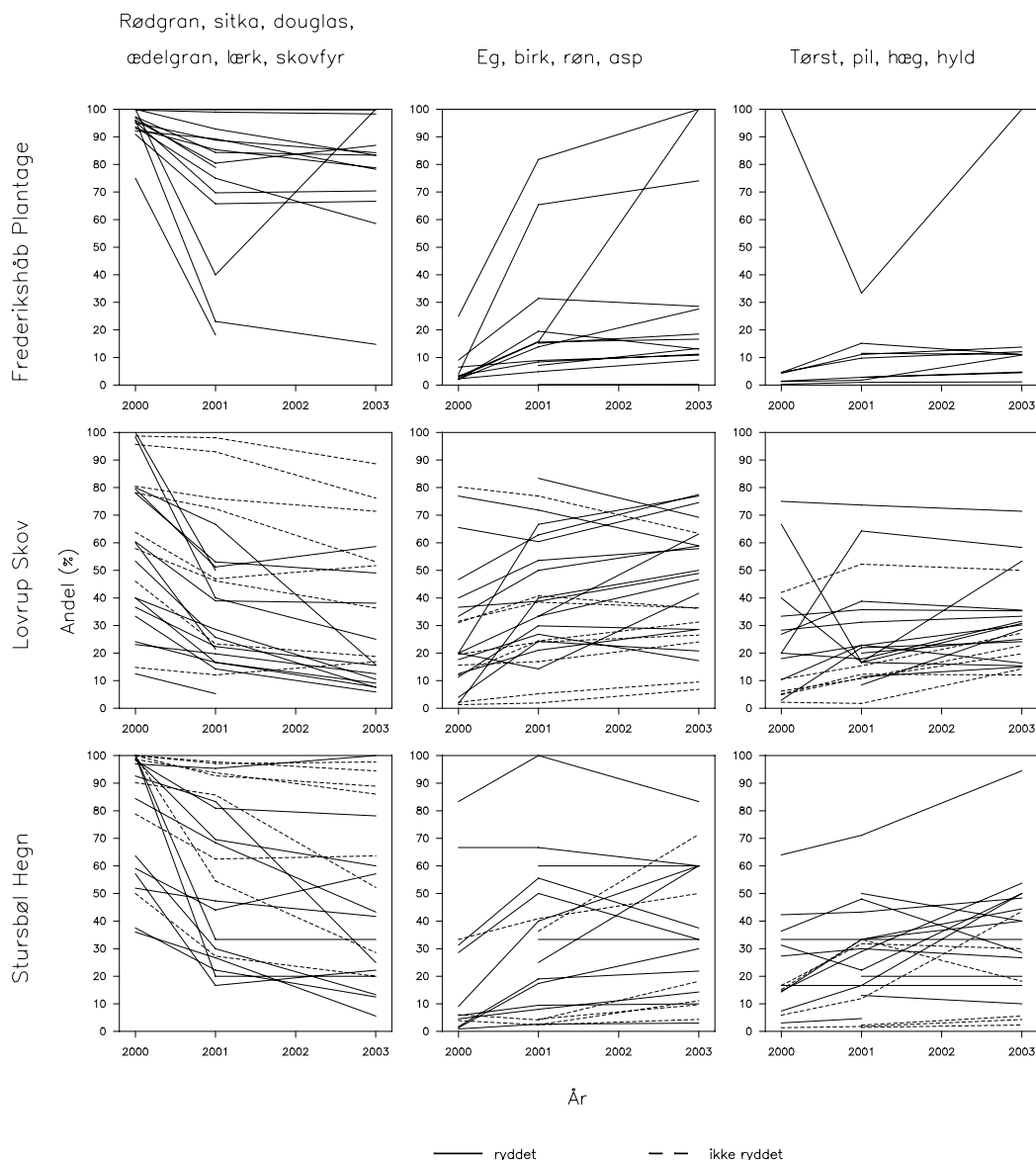


Figur 44. Udvikling i tæthed og maksimalhøjde for alle parceller (parcelmiddelværdier). I Frederikshåb Plantage har to parceller (F12 og F12h) en højere tæthed end 25.000 /ha og de er derfor ikke med i figuren.



Figur 45. Tæthed af kimplanter i 2003.

Dynamikken i træartssammensætningen (figur 46) viser forskellige tendenser for de tre artsgrupper. Nåletræerne, der i år 2000 dominerede de fleste parceller, havde en betydelig tilbagegang. Pionértræer og pionérbuske, der i 2000 fandtes med meget forskellige andele på de enkelte parceller, øgede generelt deres andel i perioden. Denne forskydning i artssammensætningen fra nåletræer til pionérer skyldes kun delvist en etablering af pionérer efter stormen, årsagen der snarere mortaliteten blandt nåletræerne.



Figur 46. Udvikling i træartssammensætningen for alle parceller (parcelmiddelværdier).

7.2.3 Effekter af forsøgsfaktorerne

I forsøget er kun to faktorer manipuleret: rydningen og vildtbid. Deres effekter på etablering og vækst undersøges i de følgende to afsnit.

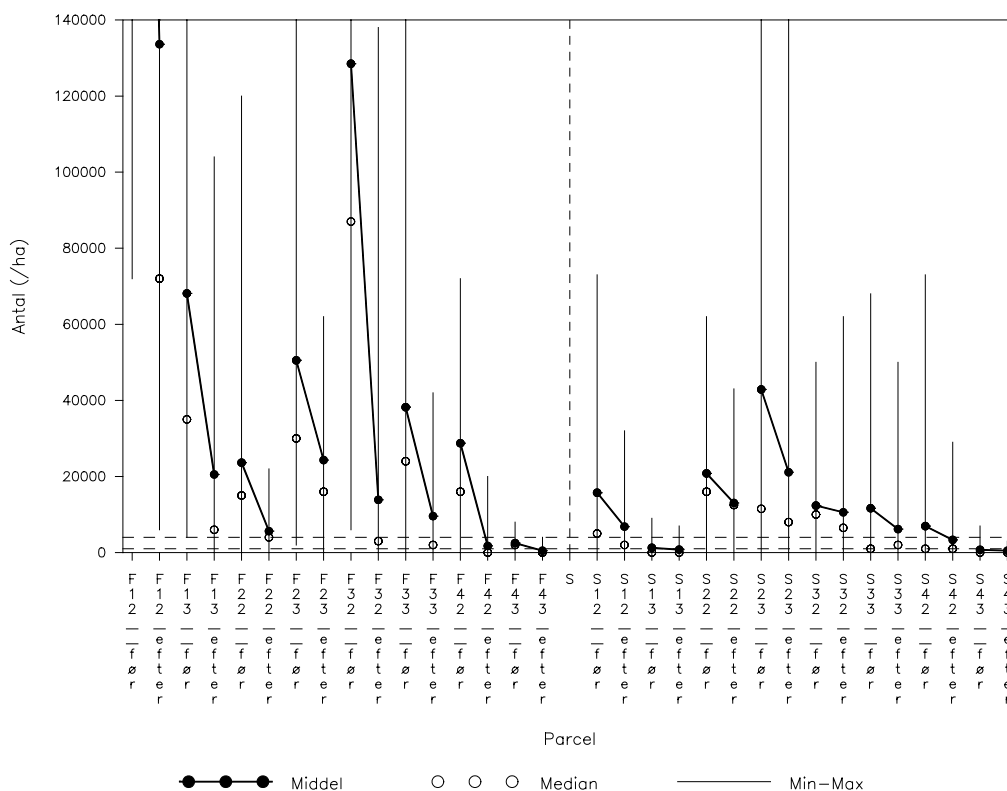
7.2.3.1 Rydningen

Kun i Lovrup Skov og Stursbøl Hegn indeholder forsøget parceller med (genkultiveringsmodel 2 & 3) og uden rydning (genkultiveringsmodel 1) af de stormfældede træer. Variansanalysen for variableerne tæthed og maksimalhøjde i 2003 (tabel 13) viste en effekt af rydningen kun for tætheden. Tætheden var signifikant mindre i ryddede parceller end i ikke ryddede parceller, hvilket tyder på, at en del af opvæksten døde under eller efter rydningen. Effekten af rydningen på tætheden viste sig allerede i 2000 og 2001 og var i begge år statistisk signifikant ($p < 0,1\%$). Det betyder, at den højere overlevelse i ikke ryddede parceller overvejende skyldes, at der ikke blev ryddet her. Det kunne også tænkes at den beskyttende virkning mod vildtbid og klimaekstremer (udtørring, vind) af de tilbageliggende stammer og kroner i ikke ryddede parceller spiller en rolle. Men vores observationer viser, at denne effekt er af mindre betydning.

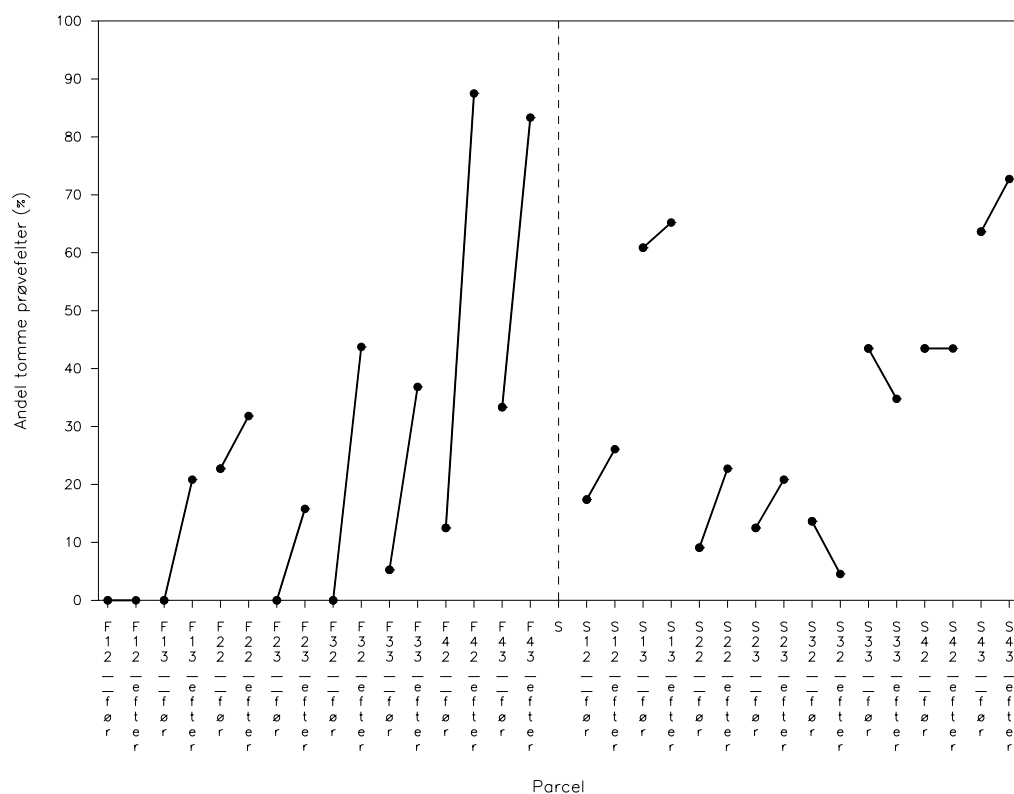
Tabel 13. Resultater af variansanalysen for Stursbøl Hegn og Lovrup Skov i 2003 (N=48).
ns: ikke signifikant, *:p<5%, **:p<1%, ***: p<0,1%.

| Faktor | Tæthed | | Maksimalhøjde (per 4 m ²) | |
|----------------|-------------|-----------------------------|---------------------------------------|-------------|
| | Signifikans | Effekt | Signifikans | Effekt |
| Skov | *** | L>S: 5159 /ha | *** | L>S: 31 cm |
| Blok * skov | *** | L3 < middel, S2 > middel | *** | L2 < middel |
| Rydning | *** | 0>1: 2951 /ha | ns | |
| Hegn | ns | | ns | |
| Rydning * Hegn | ns | | ns | |

For at undersøge rydningens effekt på foryngelsen nærmere, etablerede vi et system af stikprøveflader før rydningen i foråret 2000 i to skove og registrerede samme prøveflader efter rydningen i sommer 2000. I de enkelte parceller blev tætheden reduceret til 6 – 86% af tætheden før rydningen (figur 47). I gennemsnit blev tætheden reduceret til 29% i Frederikshåb Plantage og til 56% af tætheden før storm i Stursbøl Hegn. Andelen af tomme prøveflader steg mere markant i Frederikshåb Plantage end i Stursbøl Hegn (figur 48). Rydningen har reduceret den eksisterende naturlige foryngelse stærkere i Frederikshåb Plantage end i Stursbøl Hegn.



Figur 47. Tæthed før og efter rydningen i Frederikshåb Plantage og Stursbøl Hegn. Tætheden i parcel F12 før rydningen var 395.000 /ha.



Figur 48. Andel tomme prøveflader før og efter rydningen i Frederikshåb Plantage og Stursbøl Hegn.

7.2.3.2 Vildtbid

I alle tre skove blev halvdelen af parcellerne hegnet for at beskytte foryngelsen mod vildtbid. Selv om der kan ses en højere tæthed indenfor hegnet i mange parcelpar med samme genkultiveringsmodel (figur 36) er forskellen ikke statistisk sikker for hele forsøget (tabel 14). Maksimalhøjden i 2003 eller begge variabler i 2001 og 2000 viste heller ikke nogen signifikant effekt af hegningen. Det forventes, at effekten af hegnet er mere tydelig for højdetilvæksten af bidfølsomme arter, men der fandtes ikke planter nok af disse arter i alle parceller til at kunne analysere dette.

Tabel 14. Resultater af variansanalysen for alle tre lokaliteter i 2003 (N=64).
ns: ikke signifikant, *:p<5%, **:p<1%, ***: p<0,1%.

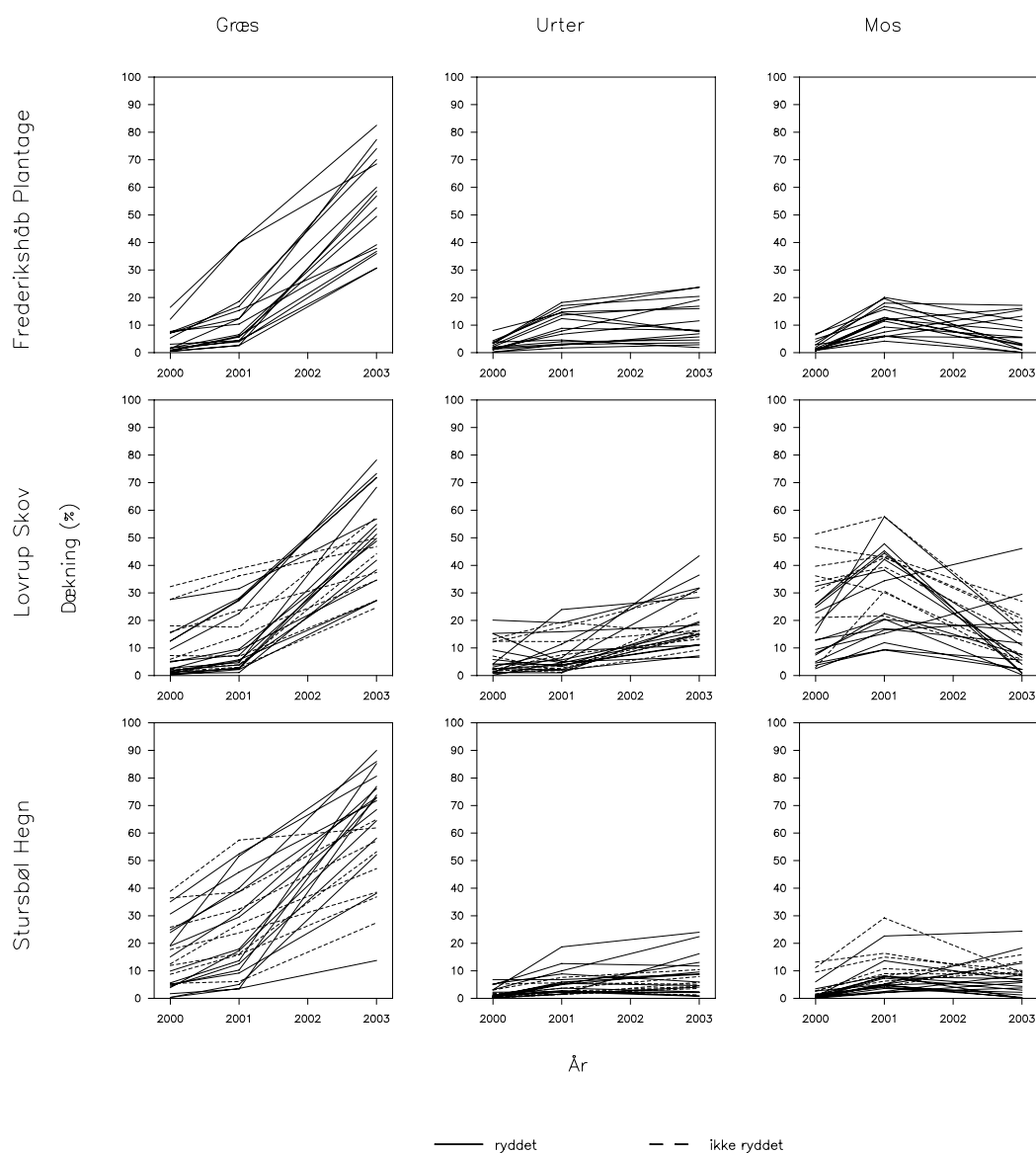
| Faktor | Tæthed | | Maksimalhøjde (per 4 m ²) | |
|-------------|-------------|---------------|---------------------------------------|-------------|
| | Signifikans | Effekt | Signifikans | Effekt |
| Skov | *** | L>F: 6557 /ha | *** | L>F: 58 cm |
| Blok * skov | *** | F1 > middel | *** | L2 < middel |
| Hegn | ns | | ns | |

I nogle af hegnene var der periodevis rådyr og i enkelte tilfælde var dyrene så længe indenfor de forholdsvis store hegn, at bidskaderne indenfor hegnet var større end udenfor (se afsnit 5.3.3 for dokumentationen af observerede dyr i hegnene).

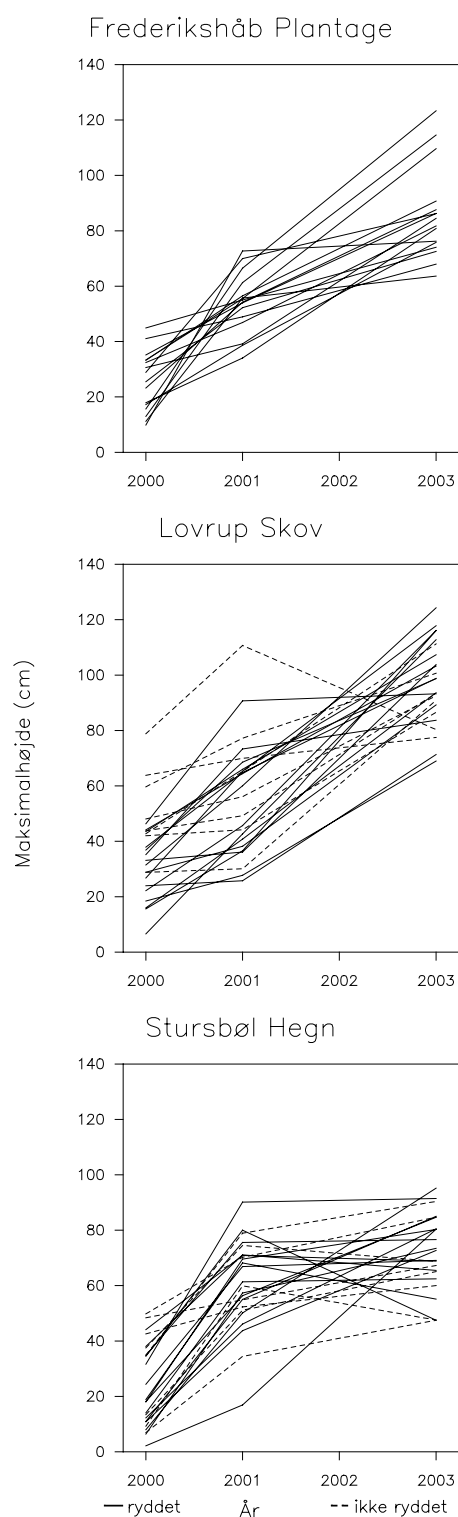
7.2.4 Effekter af andre vækstfaktorer

7.2.4.1 Konkurrence med bundvegetationen

Konkurrencen mellem vedplanterne og bundvegetationen blev analyseret ved at registrere dækningen af græs, urter og mos og den maksimale højde af bundvegetationen for hver prøveflade. Bundvegetationen var lige efter stormfaldet kun sparsom og dækningsgrader (figur 49) såvel som højden (figur 50) udviklede sig langsomt (se også fotoserier i afsnit 13.4). Græsset dominerer over urter og mos i bundvegetationen. Tre år efter stormfaldet var i gennemsnit kun halvdelen af arealet dækket. Men det kan ses, at koloniseringen er kommet i gang, og at det kan forventes, at hele arealet vil være dækket indenfor de næste år. Udviklingen af bundvegetationen er lidt langsommere i de ikke ryddede parceller, som stadig er dækket af stammer og kroner. Mosserne, som var til stede før stormfaldet, øgede deres dækningsgrader fra 2000 til 2001, men gik derefter tilbage på de fleste parceller.



Figur 49. Udvikling af dækningsgrader af græs, mos og urter for alle parceller (parcelmidelværdier).



Figur 50. Udvikling af bundvegetationens maksimalhøjde for alle parceller.
Maksimalhøjden er gennemsnittet af maksimalhøjderne per prøveflade.

Arterne i bundvegetationen blev kun registreret, hvis en enkelt art dominerede prøvefladen (dvs. dækkede mere end 10%). De hyppigste arter var:

- Bølget bunke, som i 2003 blev registreret i 70% af alle prøveflader
- Gederams, specielt i Lovrup Skov og Frederikshåb Plantage
- Bregner
- Lyng

- Mosarter

Andre hyppige arter var gyvel, hindbær og brombær, krybende lærkespore, blåtop og lyngsnerre. En mere detaljeret beskrivelse af artssammensætningen i forsøget findes i afsnit 8.

For at undersøge konkurrencen mellem vedplanterne og bundvegetationen relaterede vi dækningsgrader og maksimalhøjden af bundvegetationen med tætheden (træer per ha) og maksimalhøjden af den naturlige foryngelse for hver prøveflade per skov. Vi fandt kun svage sammenhænge mellem de registrerede variabler af bundvegetationen og træerne. Det skyldes sandsynligvis, at såvel tætheden som maksimalhøjden af træerne i høj grad er præget af træer, som var etableret før stormfald, og derfor før bundvegetationen udviklede sig. Disse træer er mindre modtagelige overfor konkurrencen fra bundvegetationen. En observeret tendens til aftagende dækning af urterne med tiltagende tæthed af træerne kan derfor skyldes en dominans af træerne over urterne.

Det må antages, at spiringen af nye træer er mere afhængig af bundvegetationens tæthed. Kun i 2001 var der kimplanter nok til at analysere denne sammenhæng. Analysen viste en højre etablering med aftagende dækningsgrad af urterne per prøveflade. Det var mest tætte bestande af ørnebregne eller gederams, som havde de færreste kimplanter. En lignende sammenhæng mellem græs og kimplanterne fandtes ikke.

Det kan derfor konkluderes, at indenfor de første fire år har bundvegetationen kun pletvis udviklet sig til en hindring for naturlig foryngelse af træerne. På de fleste parceller var der fire år efter stormfaldet stadig tilstrækkelig blottet jord til etablering af kimplanter.

7.2.4.2 Vækstsubstrat

I efteråret 2000 registrerede vi substrattyperne på alle prøveflader for at kunne undersøge relationerne mellem jordbundstilstand og spiring af nye træer. I tabel 15 kan man tydeligt se effekten af rydningen på dækningsgraderne af de forskellige substrater. I de ikke ryddede parceller er 36 – 44% af arealet dækket med hængende stammer og kroner i forskellige højder. Ved og kvas dækker 9 – 13% af arealet i de ryddede parceller og noget mindre i ikke ryddede parceller. Blottet mineraljord fandtes i 2000 på 4 – 9% af arealet i ryddede parceller. I de ikke ryddede parceller er 6 – 10% af arealet dækket med blottet mineraljord. Forskellen skyldes de mange rodager som ligger åben her og ikke er blevet lukket under rydningen. Kørslen under rydningen har efterladt 11 – 14% af arealet med dækspor.

Tabel 15. Dækningsgrader (%) af forskellige substrattyper. Middelværdi og median (i parentes) af alle prøveflader.

| Skov | Rydning | Antal prøveflader | Ved & kvas | Hængende træer | Mineraljord | Dækspor |
|---------------|-------------|-------------------|------------|----------------|-------------|---------|
| Frederikshåb | Ryddet | 268 | 12 (4) | 1 (0) | 9 (1) | 11 (0) |
| Lovrup Skov | ikke ryddet | 124 | 7 (2) | 36 (26) | 6 (3) | 0 (0) |
| | Ryddet | 256 | 13 (4) | 1 (0) | 4 (0) | 14 (0) |
| Stursbøl Hegn | ikke ryddet | 128 | 5 (0) | 44 (32) | 10 (0) | 0 (0) |
| | Ryddet | 256 | 9 (4) | 1 (0) | 5 (0) | 12 (0) |

I figur 51 er relationen mellem substrattyperne og foryngelsens tæthed og højde vist. Tætheden af alle træer i 2003 viser at visse substrattyper begrænser tætheden i alle tre skove. Det gælder specielt for de tre substrattyper, som indikerer forstyrrelse under stormfaldet og den efterfølgende rydning, dvs. ved og kvas, blottet mineraljord og kørespor. Med tiltagende andel af disse substrattyper aftager den maksimale tæthed. Denne sammenhæng indikerer en reduktion af tætheden under oprydningen. Men det skal bemærkes, at det maksimale antal kun i ekstreme til-

fælde er mindre end 4000 træer/ha. Den samme relation viste sig allerede i efteråret 2000 (data ikke vist).

For at undersøge kimplanternes præference for forskellige substrattyper valgte vi data fra 2001, som er det eneste år med et større antal kimplanter. Mange træarter er kendt for at spire bedre i blottet mineraljord. Vores data viser derimod, at et højere antal kimplanter kun indfandt sig i prøveflader med en mindre andel blottet mineraljord. For det første kan meget små pletter med blottet mineraljord være nok til en spiring. Større andele blottet mineraljord indikerer derimod en forstyrrelse, som ikke gavner spiringen. Men i 2001 spirede mange arter, som ikke er afhængig af mineraljord, som f.eks. røn, tørst og eg.

At andelen af arealet, som er dækket med ved, kvas eller sten, begrænser den maksimale tæthed per prøveflade er en naturlig følge af, at træer ikke kan vokse på disse substrater.

Maksimalhøjden skulle derimod ikke være påvirket af jordoverfladens dækning, fordi træerne som blev målt for deres højde for det meste var etableret før stormfaldet. Men der viser sig alligevel en negativ korrelation mellem maksimalhøjde og forstyrrelsestegn som andelen af blottet mineraljord og dækspor. Dette tyder på at rydning og kørsel på arealet fremfor alt påvirkede store planter.

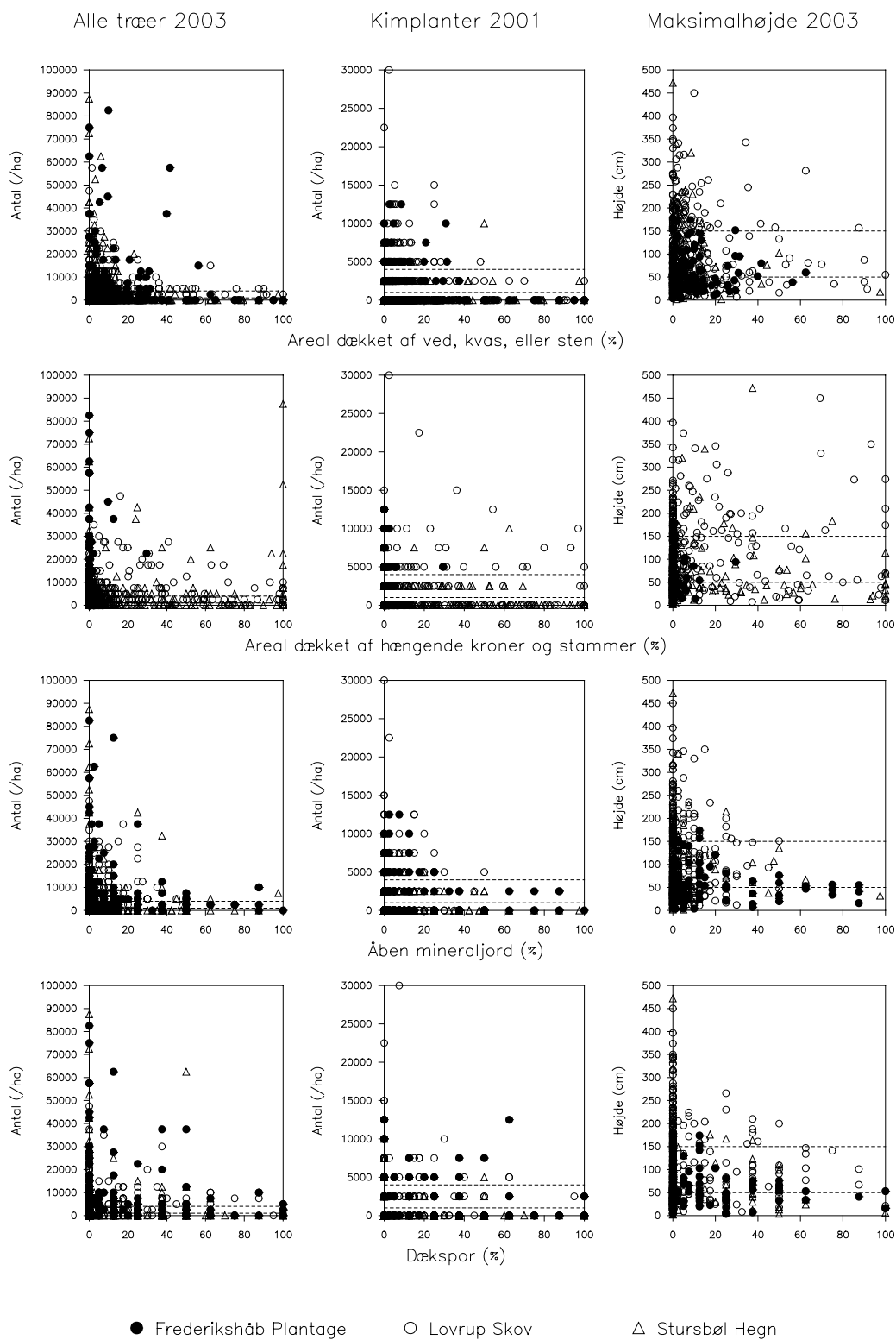
7.3 Plantede kulturer

De plantede træer i genkultiveringsmodel 4 blev kun registreret en gang efter tre vækstsæsoner i efteråret 2003. Figur 52 viser middelværdier for antal og maksimalhøjde for alle træarter og parceller.

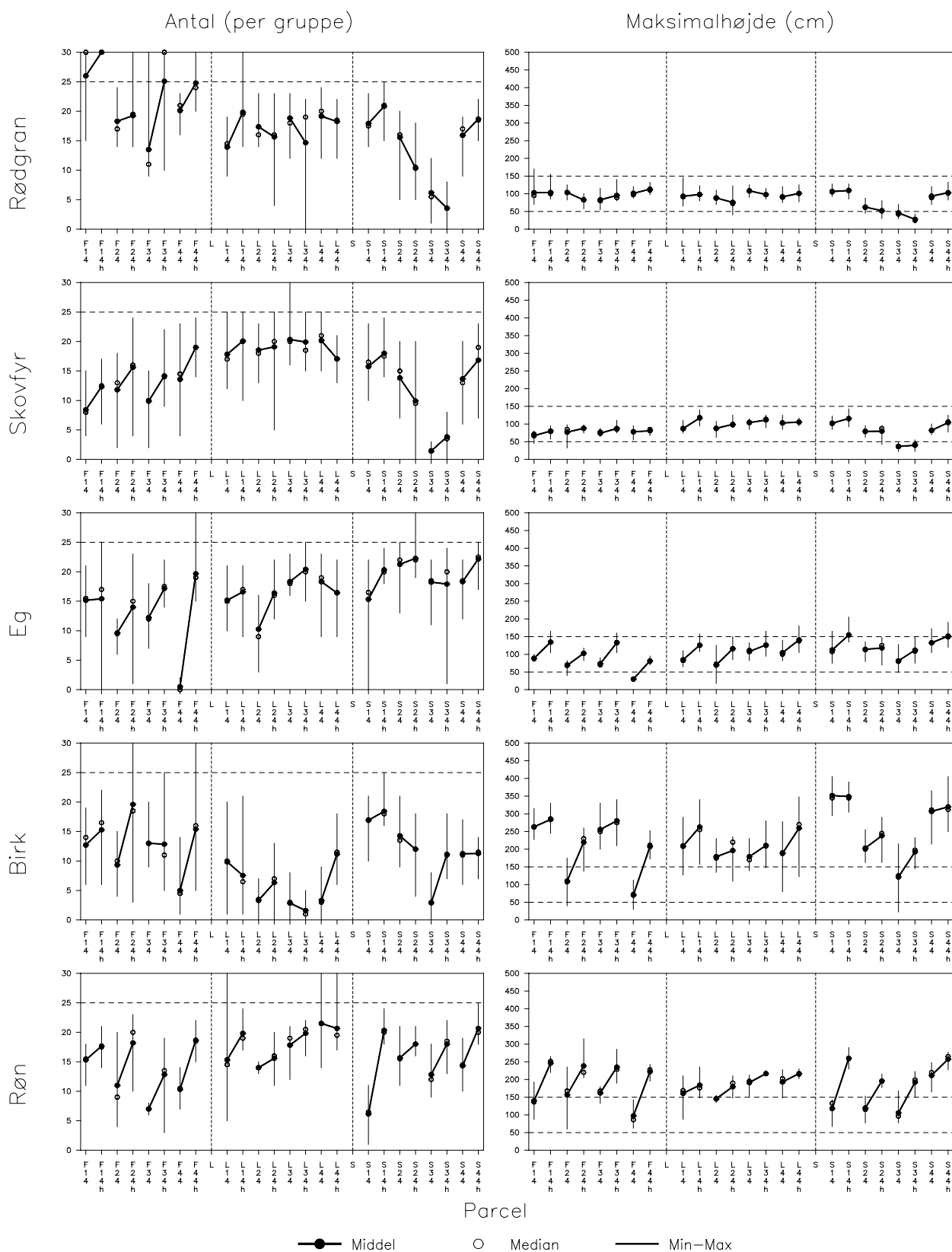
Der blev plantet mellem 20 og 25 planter per gruppe. Delvis var naturlig foryngelse af samme arter til stede, så plantetallet per gruppe kan være over 25. Antallet af planter i 2003 indikerer en tilfredsstillende overlevelse på de fleste parceller. Kun birk døde i større omfang i enkelte parceller, specielt i Lovrup Skov.

Højdetilvæksten kom meget langsomt i gang for rødgran, skovfyr og eg. Derimod er birk og røn vokset betydelig hurtigere. I mange af birkegrupperne er de højeste træer omkring 3 m efter 3 år.

Hegningen har haft en statistisk høj signifikant effekt på højdetilvæksten og overlevelsen (variansanalyser, $p < 0,1\%$). Overlevelsen var signifikant mindre for alle arter udenfor hegnet og højdetilvæksten var signifikant mindre for birk og røn udenfor end indenfor hegnet.



Figur 51. Relation mellem dækning af forskellige substrattyper og foryngelse (enkeltobservationerne for 1032 prøveflader).



Figur 52. Antal og maksimalhøjde af plantede træer i 2003.

8. Bundfloraens udvikling på stormfaldsarealer

Flemming Rune

8.1 Introduktion

Efter stormfald sker en voldsom opblomstring af urter og buske på stormfaldsarealer, fordi skovbunden pludselig lyseksponeeres, og fordi nedbørtilgangen stiger, efter at en stor del af regnfaldet ikke længere fanges af trækronerne (over halvdelen af årsnedbøren). Nogle arter kommer fra arealets egen frøpulje, men langt de fleste indvandrer fra omkringliggende arealer. De fleste arter vil som regel kun have en kort levetid på arealet og forsvinde efterhånden som det atter bliver dækket af skov, enten ved tilplantning eller ved naturlig tilgroning med træer, men det er klart, at de kulturtiltag, man foretager, vil kunne være afgørende for den fremtidige diversitet af skovbundsarterne.

Dette delprojekt har til formål at følge skovbundsfloraens udvikling i fire år efter stormfald i rødgran på forsøgsarealer, der dels er ryddet for væltede stammer, dels er efterladt helt urørte. Betydningen af vildtets græsning er søgt klarlagt ved hegning af halvdelen af forsøgsarealerne. Delprojektet er tænkt som et 'baseline-projekt', der med fordel kan følges mange år frem i tiden, da et væsentligt overblik over stormfaldsfloraens udvikling antagelig først kan skaffes efter ti år, men allerede nu (efter fire år) gøres status over floraens sammensætning for at klarlægge eventuelle tendenser i udviklingen. Foryngelse af nåletræer er ikke registreret, da dette foretages i et andet delprojekt.

Et større antal prøvefelter er blevet udlagt i Stursbøl Plantage (Haderslev Distrikt) og i Lovrup Skov (Lindet Distrikt). Af ressourcemæssige årsager, er floraen i prøvefelterne i Lovrup Skov kun registreret det første år efter stormfaldet (2000). Der kan således p.t. udelukkende præsenteres resultater vedr. floraudviklingen i Stursbøl, hvor floraregistreringer er foretaget i juli 2000, 2001 og 2003.

8.2 Metoder

Floraprøvefelterne er udlagt systematisk i forbindelse med foryngelsesprøvefelter i stormfaldsforsøget i Stursbøl Plantage. I afdeling 788, 809, 810 og 817, hvor der hvert sted er placeret forsøgspareller med to forskellige behandlinger, urørt uden rydning og urørt efter rydning ("behandling 1 og 2"), er i hver af disse behandlinger udlagt 2 sæt floraprøvefelter, ét i den hegnede del af parcellen og ét i den uhegnede del af parcellen. Floraprøvefelterne er placeret akkurat i hver stormfaldsparcels midte, imellem de fire midterste af de 16 foryngelsesprøveflader.

Hvert sæt floraprøvefelter består af et stort 10x10 meter felt (markeret med et jernrør i hvert hjørne) og seks små 1x1 meter felter på række langs det store felts nordkant (markeret med en stribe jernrør i de sydlige hjørner).

For de små felter er samtlige registrerede arters dækningsgrad opgjort i enheder à 10 cm² (svarende til 1/1000 m²), i praksis som en procentangivelse for hver tiendedel m². Der er for hvert sæt floraprøvefelter beregnet en gennemsnitlig dækningsgrad for de seks kvadratmeterfelter, og i tabel 16 og tabel 17 præsenteres den samlede dækningsgrad for alle fire gentagelser, i alt 24 kvadratmeterfelter pr. værdi.

For det store felt er der udarbejdet en total artsliste, og arternes almindelighed er undersøgt numerisk ved en endnu upubliceret metode (relative closest species individual method). Denne metodes numeriske værdier, der kan opfattes som en slags 'importance values', præsenteres ikke

i nærværende rapport, men de arter fra den totale artsliste, som ikke er registreret ved dækningsgradsanalysen, er angivet i tabel 18.

Systematik og navngivning i tabellerne følger K. Hansen: Dansk Feltflora (1981) og C. Stace: New Flora of the British Isles, 2 ed. (1997). De fleste artsbestemmelser er foretaget på vegetativt (blomsterløst) materiale, og derfor er en del registreringer angivet på slægtsniveau, hvor det ikke har været muligt at sætte artsnavn på fundene.

8.3 Resultater

Dækningsgradsanalyserne for ikke-ryddede hhv. ryddede forsøgsområder viser som forventet en hastig opblomstring af urter og småbuske på arealerne. Udgangspunktet var en del forskelligt mellem forsøgsområderne, men den overordnede tendens til fuldstændig tilgroning er ens for forsøgsområderne (tabel 16 og tabel 17).

Tabel 16. Indvandring af urter og buske efter stormfaldet 1999 i de ikke-ryddede forsøgsområder. Alle tal angiver % dækningsgrad (gennemsnit af 6x1 m²prøvefelter i 4 forskellige områder, dvs. på 24 m²).

| IKKE-RYDDET FORSØGSOMRÅDE Dækningsgrad % af arter | HEGNET | | | IKKE HEGNET | | |
|--|--------|-------|-------|-------------|-------|-------|
| | 2000 | 2001 | 2003 | 2000 | 2001 | 2003 |
| <i>Deschampsia flexuosa</i> [Bølget Bunke] | 23,80 | 38,78 | 48,13 | 3,62 | 18,10 | 39,48 |
| <i>Trientalis europaea</i> [Skovstjerne] | 0,89 | 2,33 | | | 0,01 | |
| <i>Dryopteris dilatata</i> [Bredbladet Mangeløv] | 0,28 | 1,83 | 0,69 | 0,15 | 0,45 | 0,63 |
| <i>Vaccinium myrtillus</i> [Blåbær] | 0,12 | 0,30 | 0,34 | | | |
| <i>Frangula alnus</i> [Tørst] | 0,10 | 0,06 | 0,03 | 0,17 | 0,18 | 0,08 |
| <i>Galium saxatile</i> [Lyng-Snerre] | 0,09 | 0,50 | 0,52 | 0,79 | 3,67 | 0,57 |
| <i>Pteridium aquilinum</i> [Ørnebregne] | 0,05 | 0,26 | 8,28 | | | |
| <i>Chamerion angustifolium</i> [Gederams] | 0,03 | 0,48 | 0,55 | | 0,56 | 0,55 |
| <i>Molinia coerulea</i> [Blåtop] | 0,03 | 0,05 | 0,14 | | | |
| <i>Luzula pilosa</i> [Håret Frytle] | 0,01 | 0,07 | 0,03 | 0,13 | 0,61 | 0,51 |
| <i>Quercus rubra</i> [Rød-Eg] | <0,01 | 0,01 | | | | |
| <i>Senecio sylvaticus</i> [Skov-Brandbæger] | | 0,05 | | 0,06 | 0,49 | |
| <i>Epilobium</i> sp. [Dueurt] | | 0,01 | | | | |
| <i>Sambucus nigra</i> [Alm. Hyld] | | <0,01 | | | | |
| <i>Sorbus aucuparia</i> [Alm. Røn] | | | | 0,03 | 0,03 | |
| <i>Lactuca muralis</i> [Skov-Salat] | | | | 0,02 | 0,06 | |
| <i>Oxalis acetosella</i> [Skovsyre] | | | | 0,02 | 0,11 | 0,23 |
| <i>Prunus serotina</i> [Glansbladet Hæg] | | | | 0,01 | 0,03 | <0,01 |
| <i>Calluna vulgaris</i> [Hedelyng] | | | | | 0,09 | 0,45 |
| <i>Carex pilulifera</i> [Pille-Star] | | | | | 0,03 | 0,95 |
| <i>Melampyrum pratense</i> [Alm. Kohvede] | | | | | 0,01 | |
| <i>Rubus idaeus</i> [Hindbær] | | | | | | 0,60 |
| <i>Betula</i> sp. [Birk] | | | | | | <0,01 |
| <i>Digitalis purpurea</i> [Fingerbøl] | | | | | | 0,01 |
| <i>Agrostis tenuis</i> [Alm. Hvene] | | | | | | <0,01 |
| <i>Quercus petraea</i> [Vinter-Eg] | | | | | | 0,01 |

En række forhold springer i øjnene, når de ryddede og ikke-ryddede forsøgsområder, og de hegnede og ikke-hegnede dele, sammenlignes. I det følgende refereres de mest markante foreløbige resultater i punktform:

- 1) Bølget Bunke får en vældig konkurrencefordel, når der kommer lys til skovbunden. Den var til stede i næsten alle kvadratmeterfelter sommeren efter stormfaldet, og allerede året efter

har den fordoblet eller helt op til femdoblet sin dækningsgrad. I begyndelsen trives mange indvandrede arter fint side om side med Bølget Bunke, men den fjerde sommer efter stormfaldet (2003) er mange tilsyneladende på tilbagetog, mens Bølget Bunke bliver tættere. Der er dog stadig nye arter, der indfinder sig, f.eks. Drue-Hyld og Fingerbøl.

Tabel 17. Indvandring af urter og buske efter stormfaldet 1999 i de ryddede forsøgsområder⁴. Alle tal angiver % dækningsgrad (gennemsnit af 6x1 m²prøvefelter i 4 forskellige områder, dvs. på 24 m²).

| RYDDET FORSØGSOMRÅDE Dækningsgrad % af arter | HEGNET | | | IKKE HEGNET | | |
|--|--------|-------|-------|-------------|-------|-------|
| | 2000 | 2001 | 2003 | 2000 | 2001 | 2003 |
| <i>Deschampsia flexuosa</i> [Bølget Bunke] | 4,28 | 8,97 | 32,33 | 7,09 | 23,94 | 38,28 |
| <i>Luzula pilosa</i> [Håret Frytle] | 0,38 | 1,50 | 1,25 | 0,39 | 1,29 | 0,78 |
| <i>Trientalis europaea</i> [Skovstjerne] | 0,11 | 0,22 | 0,26 | 2,33 | 0,50 | 1,40 |
| <i>Dryopteris dilatata</i> [Bredbladet Mangeløv] | 0,15 | 0,79 | 0,27 | 0,48 | 0,95 | 1,05 |
| <i>Frangula alnus</i> [Tørst] | 0,09 | 0,31 | 0,10 | | 0,40 | 0,55 |
| <i>Sorbus aucuparia</i> [Alm. Røn] | 0,09 | 0,24 | 0,56 | | 0,03 | |
| <i>Senecio vulgaris</i> [Alm. Brandbæger] | 0,02 | 1,28 | 0,01 | <0,01 | 0,48 | |
| <i>Carex</i> sp. [Star] | 0,02 | 2,68 | 1,68 | | 0,06 | 1,90 |
| <i>Molinia coerulea</i> [Blåtop] | 0,01 | 0,28 | 0,26 | 0,01 | | |
| <i>Oxalis acetosella</i> [Skovsyre] | 0,01 | 0,03 | 0,03 | 0,62 | 1,38 | 0,22 |
| <i>Calluna vulgaris</i> [Hedelyng] | <0,01 | 1,52 | 6,30 | | 0,04 | 7,63 |
| <i>Rumex acetosella</i> [Rødknæ] | <0,01 | 0,05 | | <0,01 | 0,33 | |
| <i>Vaccinium myrtillus</i> [Blåbær] | <0,01 | <0,01 | 0,05 | | | <0,01 |
| <i>Chamerion angustifolium</i> [Gederams] | | 6,89 | 8,17 | | 0,81 | 8,08 |
| <i>Pteridium aquilinum</i> [Ørnebregne] | | 0,57 | 7,03 | 0,30 | 2,80 | 1,73 |
| <i>Galium saxatile</i> [Lyng-Snerre] | | 0,30 | 0,16 | 0,81 | 5,45 | 0,41 |
| <i>Luzula</i> sp. [Frytle] | | 0,19 | | | 0,02 | |
| <i>Rubus idaeus</i> [Hindbær] | | 0,14 | 0,38 | | 0,11 | 0,63 |
| <i>Rubus fruticosus</i> [Brombær] | | 0,13 | 0,06 | | | |
| <i>Epilobium</i> sp. [Dueurt] | | 0,06 | | | | |
| <i>Carex pilulifera</i> [Pille-Star] | | 0,02 | 0,20 | | 0,14 | 0,04 |
| <i>Sambucus nigra</i> [Alm. Hyld] | | 0,02 | | | | |
| <i>Atriplex</i> sp. [Mælde] | | <0,01 | | | | |
| <i>Sambucus racemosa</i> [Drue-Hyld] | | | 0,03 | | | 0,02 |
| <i>Stellaria holostea</i> [Stor Fladstjerne] | | | | 1,20 | 1,68 | 0,26 |
| <i>Quercus petraea</i> [Vinter-Eg] | | | | 0,02 | 0,10 | 0,43 |
| <i>Senecio sylvaticus</i> [Skov-Brandbæger] | | | | | 0,21 | |
| <i>Poaceae</i> sp. [Græs] | | | | | 0,21 | |

- 2) Indhegningen af parcellernes ene halvdel har tilsyneladende ikke nævneværdig effekt på bundfloraen. Der blev konstateret bidskader på en del urter, bl.a. Gederams, endda både på de hegnede og uhegnede arealer! Mange arter opnår større dækningsgrad på de ikke hegnede arealer, hvilket formentlig skyldes særlige lokale, mikroklimatiske forhold, og hegningen forårsager ikke forskel i antallet af arter, der forsvinder fra 2001 til 2003 på grund af evt. nedbidning.
- 3) Tre voldsomt koloniserende arter, der ikke eller kun i ringe omfang var til stede på arealerne det første år efter stormfaldet, er Ørnebregne, Gederams og Hedelyng. Både i de ryddede og i de ikke ryddede forsøgsområder udvikler Ørnebregne-bestande sig meget hurtigt fra 2001 til 2003. Gederams og Hedelyng udvikler sig især hurtigt på de ryddede arealer.
- 4) Lyng-Snerre vinder hurtigt frem de første år efter stormfaldet, men trænges så tilbage igen.

- 5) Antallet af arter udvikler sig hurtigere på de ryddede arealer end på de ikke-ryddede arealer. På de ryddede arealer ser vi fra 2000 til 2001 en stigning i antallet af på omkring 80 %, mens stigningen på de ikke-ryddede arealer kun er godt 35 %. Mange af disse tidlige kolonisatorer må dog erfaringsmæssigt ventes hurtigt at blive udkonkurreret af andre dominante arter.
- 6) Det samlede artsantal på forsøgsområderne er fra 2000 - 2003 over 50. Her ved 10 arter er indvandret og forsvundet igen i løbet af perioden. Knap 20 arter, som ikke forekommer i dækningsgradsprøvefelterne er set inden for 10 meter af disse og antyder potentialet af indvandringsarter (tabel 18).

Tabel 18. Ud over de i tabel 16 og tabel 17 nævnte arter blev i et 100 m²-prøvefelt i midten af hver parcel konstateret omkring 20 andre arter som kolonisatorer på de ryddede arealer. Mange af disse arter forekommer kun sporadisk, et enkelt år, før de udkonkurreres af Bølget Bunke og skygges bort af højere urter.

SUPPLERENDE ARTER TIL DÆKNINGSGRADS-ANALYSEN

2000:

Sonchus sp. [Svinemælk]; *Lonicera periclymenum* [Vild Kaprifolie]; *Holcus lanatus* [Fløjlsgræs]; *Hypericum pulchrum* [Smuk Perikon]; *Chenopodium* sp. [Gåsefod]; *Stellaria media* [Alm. Fuglegræs]; *Cirsium* sp. [Tidsel]; *Cerastium fontanum* [Alm. Hønsetarm]; *Dactylis glomerata* [Alm. Hundegræs].

2001:

Taraxacum sp. [Mælkebøtte]; *Poa annua* [Enårig Rapgræs]; *Holcus mollis* [Krybende Hestegræs]; *Holcus lanatus* [Fløjlsgræs]; *Hieracium* sp. [Høgeurt].

2003:

Rumex sp. [Skræppe]; *Sieglingia decumbens* [Alm. Tandbælg]; *Sarothamnus scoparius* [Gyvel]; *Galeopsis* sp. [Hanekro]; *Veronica* sp. [Ærenpris].

8.4 Diskussion

De store ændringer i bundvegetationen, der er konstateret, er et trin på vejen til nye plantesamfund, styret af de lys-, fugt-, næringsforhold, som stormfaldsarealerne kan frembyde i de kommende år. Især i de første år efter stormfaldet sker udviklingen i artssammensætning særdeles hurtigt – på de 96 m², som dækningsgrads-prøvefelterne udgør, etableres således omkring 10 nye arter årligt i de første 3 år efter stormfaldet.

Tilsyneladende har flere arter succes med at etablere sig på de ryddede arealer end på de ikke-ryddede. Lysforholdene er her bedre, men samtidig slår varme- og tørkeperioder kraftigere igenem, så relativt flere nyetablerede arter forsvinder igen her end på de ikke-ryddede arealer. Lyng-Snerre er et eksempel på en art, der i perioder kan blive hæmmet af varme og tørke på de ryddede arealer. Forskellene i artsantal mellem de to typer arealer er markant, men på længere sigt kan dette meget vel ændre sig.

De første år efter stormfaldet er bundvegetationen på de ikke-ryddede arealer hæmmet en del af den meget store førnetilførsel, dels i form af nåledrys fra de liggende, døde træer, dels i form af smågrene. Når denne førnetilførsel tager af i intensitet, vil de ikke-ryddede arealer have langt mere variable, mikroklimatiske forhold end de åbne, ryddede arealer – muligvis med en øget artsdiversitet til følge på trods af de ringere lysforhold.

Den ringe eller nærmest fraværende virkning på bundfloraen af indhegning af en del af forsøgsparcellerne kan have flere forklaringer. Efter stormfaldet mangedobles den grønne fødemængde i skovbunden, og græsningstrykket på de individuelle, tilstedeværende urter og småbuske bliver

mindre. Derved får nedbidning ringere betydning for både diversitet og dækningsgrad af bundfloraen. Det kunne desuden konstateres, at der flere steder havde været vildt inden for indhegningerne, så arealerne dér var reelt ikke græsningsfrie. Det er vanskeligt at få så store indhegninger til at fungere effektivt.

Den tiltagende dominans af Ørnebregne, Gederams og Hedelyng i nogle forsøgsfelter fremmes af de gunstige lysforhold på de åbne, ryddede lokaliteter. Det er ikke ud fra de foreløbige resultater muligt at afgøre, i hvor høj grad områderne vil blive domineret af disse tre arter (ud over Bølget Bunke) fremover, men det er sandsynligt at kommende års undersøgelser vil kunne bekræfte en stadig større dækningsgrad for alle tre arter.

Et af de mest interessante forhold at få afklaret i de kommende år, er hvordan artsdiversiteten i bundfloraen udvikler sig i de ryddede i forhold til de ikke-ryddede arealer. Dækningsgraden af Bølget Bunke og Hedelyng på de ryddede arealer kan frygtes at blive så høj, at nye arter vanskeligt kan etableres, herunder en ønsket naturlig foryngelse af skovtræer.



Figur 53. Fem af de mest betydningsfulde primær-kolonisatorer på stormfaldsarealerne i Stursbøl Plantage. Fra venstre Lyng-Snerre, Bølget Bunke, Hedelyng, Gederams og Ørnebregne. Tegninger D. Lid.

8.5 Konklusioner og perspektivering

Undersøgelserne af bundfloraens udvikling på stormfaldsarealerne i Stursbøl Plantage har allerede nu givet os et vigtigt fingerpeg om den sandsynlige udvikling i årene fremover. Det er imidlertid i de kommende år, at de vigtigste erfaringer skal høstes, både hvad angår dominansarternes status og funktion på de åbne arealer, og hvad angår mulighederne for udvikling af en mere divers vegetationssammensætning på de ikke-ryddede arealer.

Det har været vellykket for studiet af artsetableringen at foretage registrering af bundfloraen i første, anden og fjerde sæson efter stormfaldet (2000, 2001 og 2003). Det ville være særdeles ønskeligt at fortsætte registreringerne i 2005, 2007 og 2009 for at få en bedre forståelse af potentialet for artsetablering ved forskellig arealbehandling. Det er antagelig 5-10 år efter stormfaldet, at mere langvarige strukturer i skovbundens vegetationsudvikling vil tage form.

9. Konklusion

I projektperioden etablerede vi et stort forsøg og fulgte den naturlige foryngelse intensivt i de første fire år efter stormfaldet. Forsøget er unikt, fordi det blev gentaget i tre skove med fire gentagelser i hvert skov. Skovdyrkningsforsøg anlægges sjældent med et så stort antal gentagelser og er derfor sjældent repræsentativt for en større helhed. De tolv forsøgsblokke i vores forsøg repræsenterer mange forskellige udgangssituationer og repræsenterer derfor med stor sandsynlighed den naturlige foryngelsesproces på stormfaldsarealerne efter fladefald i rødgranbevoksninger i sønderjyske hedeplantager fuldt ud.

Foryngelsesprocessen er ikke afsluttet endnu. Derfor er det for tidligt at konkludere afsluttende, og mange resultater må betragtes som foreløbige. Alligevel viser resultaterne tendenser, som med stor sandsynlighed vil vise sig at være udviklingsretningen på forsøgsarealerne. Følgende resultater har betydning for en samlet vurdering af foryngelsesmetoden:

- Den maksimale spredningsdistance af vindspredte frø begrænser naturlig foryngelse til åbne arealer på maksimalt 5 – 6 ha. Afhængig af arealernes geometri, dvs. afstanden til frøkilderne, kan arealerne også være større.
- I forsøget etablerede sig nye pionértræer kun i et enkelt år (første fulde vækstsæson efter rydningen) på arealet. Det er uafklaret om sjældne frøår eller andre begrænsninger er ansvarlige for dette mønster.
- Den naturlige foryngelse har en stor variation i tæthed og rumlig fordeling. I en tredjedel af parcellerne er tætheden fire år efter stormfaldet for lav med uacceptabelt store ubevoksede arealer.
- Arts sammensætningen er præget af frøkilderne i de væltede bevoksninger. Ændringer i arts sammensætningen i løbet af perioden skyldes dødelighed af fristillede nåltræer og etablering af pionérarter (røn, birk, eg).
- Opvæksten vokser kun langsomt. Foryngelsen er derfor de første år under 50 cm og dermed næsten usynlig og ikke sikret mod vildtbid eller andre farer.
- Indenfor de første fire år har bundvegetationen kun pletvis udviklet sig til en hindring for naturlig foryngelse af træerne. På de fleste parceller var der stadig tilstrækkelig åben jord til etablering af kimplanter
- Rydningen reducerede den eksisterende foryngelse betydeligt. Men skaderne var meget forskellige i de to skove, hvor vi undersøgte effekten nærmere. Rydningen blev heller ikke udført med specielle hensyn til foryngelsen. Det kan derfor tænkes, at rydningen kan udføres meget mere skånsomt end det var tilfældet på forsøgsarealerne.
- Hegningen viste endnu ikke nogen effekt på naturlig foryngelse, men en vis effekt på arts sammensætningen af bundvegetationen kan ses, og de plantede træer overlevede dårligere og voksede langsommere udenfor end indenfor hegnet.
- Blottet mineraljord, som fremmer spiring af mange træarter, viste sig i langt mindre grad end forventet af betydning for etableringen af træerne. For det første er mange pionérarter (f.eks. røn, eg, tørst) ikke afhængig af blottet mineraljord. Men manglen på frø i årene efter stormfaldet, hvor mineraljorden er åben og endnu ikke dækket af bundvegetationen, er måske en større begrænsning end andelen af blottet mineraljord.

Sammenfattet understøtter mange resultater konceptet, at det er muligt at genetablere skov på stormfaldsarealer ved hjælp af naturlig foryngelse. Foryngelsen kan i vid udstrækning bygge på de planter, som var etableret før stormen. For etableringen af foryngelse efter stormfaldet er afstanden til frøkilderne en af de vigtigste faktorer. Rydningen skal tage mest muligt hensyn til foryngelsen, hvis den skal bruges, fordi rydningen kan ødelægge en ellers komplet foryngelse. Vildtet kan have en betydelig effekt på træartssammensætningen i foryngelsen, som kun viste sig svagt i forsøget. Bundvegetationen i hedeplantagerne ser ikke ud til at være en hindring for na-

turlig foryngelse på stormfaldsarealerne. Den naturlige foryngelse varierer meget i tæthed, rumlig fordeling og artssammensætning og kræver en aktiv indsats i situationer, hvor den er utilstrækkelig.

10. Forsøgets fremtid

Forsøgets formål kræver undersøgelser i flere årtier. Det forventes at tage 10 – 20 år, inden den naturlige foryngelse har udviklet sig til lukkede bevoksninger på alle arealer. Resultatet vil sandsynligvis være uensartede og inhomogene bevoksninger, som afviger fra konventionel dyrkningspraksis og derfor kræver nye koncepter. Forsøgsarealerne er særdeles velegnede til også at undersøge disse spørgsmål.

Forsøgsdesignet indeholder en genkultiveringsmodel nummer 3, hvor den naturlige foryngelse suppleres enten gruppevis eller helt underplantes med følsomme løvtræarter. Suppleringen var i projektkontrakten (afsnit 13.1) planlagt i projektperioden, men blev udskudt på grund af den langsomme udvikling af foryngelsen. Resultaterne fra registreringen i efteråret 2003 viser, at der kun i Frederikshåb Plantage og Stursbøl Hegn findes større ubevoksede arealer på parcellerne med genkultiveringsmodel 2 og 3. I Lovrup Skov var (med undtagelse af parcel L33) foryngelsen tilstrækkelig tæt og forsøgsblokkene er omgivet af egebevoksninger, så den naturlige foryngelse af eg vil med stor sandsynlighed fortsætte. En suppleringsplantning i Frederikshåb Plantage og Stursbøl Hegn kræver, at den eksisterende opvækst er mere sikret og synlig end den er nu. Det forventes at være tilfældet indenfor de næste fem år. Derefter vil det være nemmere at identificere de ubevoksede arealer og kun supplere dem. Suppleringen vil fortrinsvis ske med eg i gruppevis plantning på cirka halvdelen af arealet efter en skånsom jordbearbejdning, som tager mest muligt hensyn til den eksisterende opvækst.

En jordbearbejdning for at fremme frøspiringen i dele af forsøget (genkultiveringsmodel 3) var foreslået i projektkontrakten som mulighed for at supplere utilstrækkelig tætte foryngelser. Efter de foreløbige resultater kan denne metode ikke anbefales for forsøgsarealerne. For det første mangler for de fleste arealer frøkilder til en sikker dækning af hele arealet. Men selv der hvor afstanden til frøkilderne er tilstrækkelig kort, skal en blotlægning af mineraljorden ske umiddelbart inden frøspredningen i et af de sjældne frøår, som er vanskelige at forudsige. Mange af pionérarterne, som etablerer sig på åbne arealer, kræver heller ingen blottet mineraljord. Kun for birk og nåletræarterne kan en signifikant højere etablering forventes på mineraljord end på humus eller i græsset.

Blok F4 i Frederikshåb Plantage viste sig i registreringen i efteråret 2003 som næsten tomt for naturlig foryngelse og dækket af en tæt græsvegetation. Foreløbig mangler der også frøkilder i nærheden, så naturlig tilgroning vil tage meget lang tid. Sandsynligvis vil arealet på denne meget magre jord ved siden af Randbøl Hede først gå igennem en længere fase med græsvegetation, inden tilgroningen kommer i gang. Det skal derfor overvejes at opgive forsøgsblokken.

Måleprogrammet i projektperioden var meget intensivt, hvilket var nødvendigt for at følge den meget dynamiske fase i begyndelsen af genetableringen. Registreringsintensiteten kan herefter sættes ned. Registreringerne skal følges op med 3 – 5 års mellemrum for at kunne analysere processerne og ikke bare beskrive resultaterne.

Selv om det ikke er ønskværdigt, så er det ikke usandsynligt, at et stormfald af den størrelse gentager sig i samme region eller naboregionerne med lignende naturlige forudsætninger. Erfaringsindsamlingen fra forsøgsarealerne er derfor en del af beredskabet til fremtidige genkultiveringer.

11. Taksigelser

Skov- og Naturstyrelsen understøttede projektet 'Genetablering efter fladefald i sønderjyske nåletræsplantager ved hjælp af naturlig foryngelse' i perioden 2000 – 2004 med forskningsmidler og reserverede store arealer til forsøget. Det store engagement af kontorchef Bent Egede Andersen var med til at starte projektet hurtigt inden arealerne var ryddede. Skovfoged Svend Hansen var med til at starte forundersøgelserne ved at pege på Troldeskoven i Stursbøl Hegn, som også vältede i stormen 1999. Jürgen Huss og Anette Schmidt-Schütz fra Waldbau-Institut ved Universitet Freiburg i Tyskland har efter stormfaldene i 1990 i Sydtyskland anlagt og undersøgt et lignende genetableringsforsøg, som var en vigtig inspirationskilde. Mange studentermedhjælpere har i projektperioden været med til det meget krævende arbejde i de vältede bevoksninger uden at miste motivationen.

12. Litteratur

- Brunner, A. (ed.) 2002a. Restocking of storm-felled forests: New approaches. Proceedings of an international workshop in Denmark, March 2001. Danish Centre for Forest, Landscape and Planning, Reports no. 12. 114 pp.
- Brunner, A. 2000a. Genopbygning af tyske skove efter orkanskader: Erfaringer fra Sydtyskland efter 1990. Skoven 02/00: 90-93. (også i særnummer februar 2001: 52-55)
- Brunner, A. 2000b. Genopbygning af tyske skove efter orkanskader: Erfaringer fra Nordtyskland. Skoven 06-07/00: 285-288. (også i særnummer februar 2001: 56-59)
- Brunner, A. 2001. Naturlig tilgroning efter stormfald. [*Natural restocking after storm damages.*] Videnblad 3.1-6, Skov & Landskab. 2 pp.
- Brunner, A. 2002b. Principles for the use of natural regeneration for restocking of storm-felled forests. In: Brunner, A. (ed.), Restocking of storm-felled forests: New approaches. Proceedings of an international workshop in Denmark, March 2001. Danish Centre for Forest, Landscape and Planning, Reports no. 12: 7-12.
- Brunner, A. 2002c. First results from a new experiment on natural restocking of storm-felled forests in Denmark. In: Brunner, A. (ed.), Restocking of storm-felled forests: New approaches. Proceedings of an international workshop in Denmark, March 2001. Danish Centre for Forest, Landscape and Planning, Reports no. 12: 61-66.
- Brunner, A., Klitgaard, O.L. 2001. Genopbygning af tyske skove efter orkanskader – fra temadag i Freiburg. Skoven særnummer februar 2001: 60 - 62.
- Callesen, I. 2003. Transfer functions for carbon sequestration, nitrogen retention and nutrient release capability in forest soils based on soil texture classification. PhD thesis. Den Kgl. Veterinær- og Landbohøjskole, Frederiksberg. 247 s.
- Cox, F. 1971. Dichtebestimmung und Strukturanalyse von Pflanzenpopulationen mit Hilfe von Abstandsmessungen. Ein Beitrag zur methodischen Weiterentwicklung von Verfahren für Verjüngungsinventuren. Mitteilungen der Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft, nr. 87. Reinbek bei Hamburg. 184 pp.
- Engels, F., Homann, M. 1987. Beschreibung der waldbaulich-ökologischen Situation auf einer nicht aufgearbeiteten Sturmwurf Fläche im Nationalpark Bayerischer Wald. Diplomarbeit Forstwiss. Fak. Univ. München.
- Fischer, A. 1995. Untersuchungen auf Sturmwurf Flächen in Baden-Württemberg - das PAÖ-Sturmwurf Flächenprojekt. Veröff. PAÖ 12, 61-68, Karlsruhe.
- Fischer, A. 1997. Sturmwurfökosysteme und Sturmwurforschung Baden-Württembergs im mitteleuropäischen Kontext. Veröff. PAÖ 22, 105-111, Karlsruhe.

- Fischer, A. (Ed.) 1998. Die Entwicklung von Wald-Biozönosen nach Sturmwurf. Ecomed, Landsberg. 427 pp.
- Fischer, A. 2002. Die Entwicklung von Wald-Biozönosen nach Sturmwurf. Allgemeine Forstzeitung – Der Wald 20: 1047-1050.
- Fischer, A., Mössmer, R. (Eds.) 1999. Forschung in Sturmwurf-Ökosystemen Mitteleuropas. Forstliche Forschungsberichte München 176. 144 pp.
- Fischer, A., Abs, G., Lenz, F. 1990. Natürliche Entwicklung von Waldbeständen nach Windwurf. Ansätze einer "Urwaldforschung" in der Bundesrepublik. Forstwiss. Cbl. 109, 306-326, Hamburg, Berlin.
- Frich, P., Rosenørn, S., Madsen, H., Jensen, J.J. 1997. Observed precipitation in Denmark, 1961-90. DMI Technical Report 97-8. Danish Meteorological Institute. 38 pp.
- Hansen, K. (ed.) 2003. Næringsstofkredsløb i skove – Ionbalanceprojektet. Forest & Landscape Research 33. 300 s.
- Hetzel, G. 1998. Vegetationsentwicklung auf Sturmwurfflächen der Schwäbischen Alb. Diss. Univ. Freiburg.
- Hetzel G., Reif A. 1996. Die Vegetation der Kahlflächen im Wald und ihre Beziehungen zu Standort, vorangegangener Nutzung und Wildverbiß, mit besonderer Berücksichtigung der Bannwaldgebiete bei Langenau, Bebenhausen und Bad Waldsee. Veröff. PAÖ 16: 289-305.
- Hetzel G., Reif A. 1998. Vegetationsdifferenzierung und Baumartenverjüngung von Sturmwurfflächen auf Kalkverwitterungslehmen der Schwäbischen Alb. In: Fischer A. (Hrsg) (1998): Die Entwicklung von Waldbiozönosen nach Sturmwurf. Ecomed Verlag, Landsberg: 169-187.
- Homann, M., Engels, F. 1991. Was kommt nach dem Sturm?. Allgemeine Forstzeitschrift 46: 630-633. .
- Huss, J. 1991. Konzeptionen zur Wiederbewaldung von Sturmschadensflächen. Allgemeine Forstzeitschrift 46: 25-30.
- Huss, J., Hehn, M. (Eds.) 2001. Wiederbewaldung von Sturmschadensflächen. Waldbauliche Strategien in Forschung und Praxis: Erfahrungen und Empfehlungen. Berichte Freiburger Forstliche Forschung 25. 148 pp.
- Huss, J., Schmidt-Schütz, A., Schölzke, D. 1995. Gelenkte Sukzessionen mit Hilfe von Pioniergehölzen als Alternative zu Kahlflächenaufforstungen. Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg, Karlsruhe - Projekt "Angewandte Ökologie" Bd. 12: 77-92.
- Jäger, W. 1994. Forschungsvorhaben Sturmflächensukzession. Allgemeine Forstzeitschrift 49: 1018-1019.
- Keitel, W. 1998. Verjüngungsentwicklung auf einer Windwurffläche. Allgemeine Forstzeitschrift 53: 587-590.
- Kenk, G., Menges, U., Bürger, R. 1991. Natürliche Wiederbewaldung von Sturmwurfflächen?. Allg. Forstzeitschrift 46:96-100.
- Kenk, G., Schölch, M. 1997. Einfluß der Pionierbaumarten Birke, Salweide und Aspe auf Schaftform und Kronenentwicklung von Eichen, Buchen und Buntlaubholz. Agrarforschung Baden-Württemberg. Forschungsreport VI. Hrsg. MLR Ba-Wü, Stuttgart, 153-154.

- Korten S. 2002. Schäden an Naturverjüngung durch Windwurf und anschliessende Sturmholzaufarbeitung. Allgemeine Forstzeitschrift – Der Wald 3: 112-113.
- Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft. 1991. Waldbauliche Dokumentation der flächigen Sturmschäden des Frühjahrs 1990 in Bayern und meteorologische Situation zur Schadenszeit. Berichte aus der LWF Nr. 2.
- Landesforstverwaltung Baden-Württemberg. 1994. Dokumentation der Sturmschäden 1990. Schriftenreihe der Landesforstverwaltung Baden-Württemberg, Bd. 75, 187 pp.
- Laursen, E.V., Thomsen, R.S., Cappelen, J. 1999. Observed air temperature, humidity, pressure, cloud cover and weather in Denmark - with climatological standard normals, 1961-90. DMI Technical Report 99-5. Danish Meteorological Institute. 140 pp.
- Loetsch, F. 1973. Prüfung von Verteilungsart und Dichte der Verjüngung mit Hilfe des Nullflächendiagramms. Forstarchiv 44: 77-83.
- Loetsch, F., Zöhrer, F., Haller, K.E. 1973. Forest Inventory. Volume 2. BLV, München. 469 pp.
- Lässig, R., Egli, S., Odermatt, O., Schönenberger, W., Stöckli, B. Wohlgemuth, T. 1995. Beginn der Wiederbewaldung auf Windwurfflächen. Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen 146, 11: 893-911.
- Madsen, A.M.I. 2002. Natural and accelerated succession as a method in restocking after the 1981 storm in Trend Skov, Denmark. In: Brunner, A. (ed.), Restocking of storm-felled forests: new approaches. Proceedings of an international workshop in Denmark, March 2001. Danish Centre for Forest, Landscape and Planning, Reports no. 12: 70-73.
- Madsen, A.M.I., Nielsen, L.M.H. 2001. Forceret succession efter stormfald på magre jorde i Danmark. Studie af udvalgte arealer i Trend Skov. Den Kgl. Veterinær- og Landbohøjskole, Frederiksberg. 138 pp.
- Märkl, G., Fischer, A. 1996. Langfristige Beobachtung der Verjüngung auf Sturmwurfflächen aus 1990 in Bayern. Auswertung der pflanzensoziologischen Aufnahmen aus 1991/92 und 1995. Forschungsbericht an das Kuratorium der Bayer. LWF, 237 S. + Anhang, Freising.
- Mössmer, R., Fischer, A. 1999. Waldentwicklung nach Sturmwurf im Universitätswald Landshut. In: Fischer, A., Mössmer, R. (eds.), pp. 70-81.
- Mössnang, M., Kühnel, S. 1999. Natürliche Verjüngung auf Sturmwurfflächen vom Februar 1990 in Bayern. Ergebnisse von Dauerbeobachtungen und Folgerungen für die Praxis. In: Fischer, A., Mössmer, R. (eds.), pp. 61-69.
- Otto, H.-J. 1974. Nach dem Sturm: Ökologisch bestimmter Waldbau. Forst und Holzwirt 29 (1): 6-12.
- Otto, H.-J. 1982. Niedersächsischer Waldbau zehn Jahre nach dem Orkan. Forst- und Holzwirt 37: 532-552.
- Otto, H.-J. 1994. Nach dem Sturm: Erfahrungen und Folgerungen aus der Sturmkatastrophe 1972 in Niedersachsen. Der Wald 44 (2): 52-55.
- Otto, H.-J. 2000. Waldbauliche Erfahrungen nach Sturmkatastrophen - eine Rückschau in Niedersachsen. Forst und Holz 55: 371-376.
- Peltola, H. (Ed.) 2000. Wind and other abiotic risks to forests. Special Issue of For. Ecol. Manage. 133: 1-363.

- Reif A. , Hetzel G. 1995. Die Vegetation der Kahlflächen im Wald und ihre Beziehungen zu Standort, vorangegangener Nutzung und Wildverbiß, mit besonderer Berücksichtigung der Bannwald gebiete bei Langenau, Bebenhausen und Bad Waldsee. Veröff. PAÖ 12: 93-101.
- Rüegg, D., Schwitter, R. 2002. Untersuchungen über die Entwicklung der Verjüngung und des Verbisses im Vivian-Sturmgebiet Pfäfers. Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen 153: 130-139.
- Schmidt-Schütz, A. 1997. Wiederbewaldung von Sturmschadensflächen mit Hilfe von Pioniergehölzen. 12. Tagung der Sektion Waldbau im Deutschen Verband Forstlicher Forschungsanstalten, Arnsberg, 10. -12. 9. 97.
- Schmidt-Schütz, A. 1998. Wiederbewaldung von Fichten-Sturmwurfflächen auf vernässenden Standorten mit Hilfe von Pioniergehölzen. Veröffentlichungen Projekt Angewandte Ökologie.
- Schmidt-Schütz, A. , Huss, J. 1996. Gelenkte Sukzession mit Hilfe von Pioniergehölzen als Alternative zu Kahlflächenaufforstungen. Veröffentlichungen Projekt Angewandte Ökologie 16: 307-324.
- Schmidt-Schütz, A. , Huss, J. 1997. Wiederbewaldung von Sturmschadensflächen mit Hilfe von Pioniergehölzen. Veröffentlichungen Projekt Angewandte Ökologie 22: 137-152.
- Schmidt-Schütz, A. , Huss, J. 1998. Wiederbewaldung von Fichten-Sturmwurfflächen auf vernässenden Standorten mit Hilfe von Pioniergehölzen. In: Fischer, A. (ed.), Die Entwicklung von Wald-Biozönosen nach Sturmwurf, Ecomed, Landsberg, 188-211.
- Schmitz, F. 1993. Unerwartete Waldentwicklung auf einer Sturmfläche. Forst- und Holz 48: 251-254.
- Schölch, M. 1997. Wachstum und Konkurrenz von Pionier- und Schlusswaldbaumarten in Sukzessionsbestockungen - Beispiele aus Baden-Württemberg. 12. Tagung der Sektion Waldbau im Deutschen Verband Forstlicher Forschungsanstalten, 10. -12. 9. , Arnsberg: 179-188.
- Schölch, M. 1998. Zur natürlichen Wiederbewaldung ohne forstliche Steuerung. Freiburger Forstliche Forschung, Bd. 1, 245 S.
- Schölch, M. , Eh, M. , Kenk, G. 1994. Natürliche Wiederbewaldung von Sturmflächen. Allgemeine Forstzeitschrift: 92-95.
- Schönenberger, W. 2002. Post windthrow stand regeneration in Swiss mountain forests: the first ten years after the 1990 storm Vivian. Forest Snow and Landscape Research 77: 61-80.
- Schönenberger, W., Lässig, R. (Eds.) 1995. Entwicklung von Windwurfflächen in der Schweiz. Erste Forschungsergebnisse, Beobachtungen und Erfahrungen. Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen 146 (11): 853-927.
- Schönenberger, W. Fischer, A., Innes, J. L. (Eds.) 2002. Vivian's Legacy in Switzerland – impact of windthrow on forest dynamics. Forest Snow and Landcape Research 77: 1-224.
- Senn, J., Wasem, U., Odermatt, O. 2002. Impact of browsing ungulates on plant cover and tree regeneration in windthrow areas. Forest Snow and Landscape Research 77: 161-170.

- Spurr, S. H. 1956. Natural restocking of forests following the 1938 hurricane in Central New England. *J. Ecol.* 37(3): 443-451.
- Sørensen, P., Dalsgaard, K. 1997. Vejledning i forstlig lokalitetskortlægning. Geologisk Institut, Århus Universitet. 25 s.
- Vesterdal, L., Raulund-Rasmussen, K. 1998. Forest floor chemistry under seven tree species along a soil fertility gradient. *Can. J. For. Res.* 28: 1636-1647.
- Weidenbach, P. 1991a. Die Wiederbewaldung der sturmgeschädigten Waldflächen. Wilhelm-Münker-Stiftung, Heft 33, 44 pp.
- Weidenbach, P. 1991b. Walderneuerung auf Sturmwurfflächen. *Allgemeine Forstzeitschrift* 46: 216-220.
- Wermelinger, B. , Duelli, P. , Obrist, M. , Odermatt, O. , Seifert, M. 1995. Die Entwicklung der Fauna auf Windwurfflächen mit und ohne Holzräumung. *Schweiz. Zeitschrift für Forstwesen* 146: 913-928.
- Wohlgemuth, T. , Kuhn, N. , Lüscher, P. , Kull, P. , Wüthrich, H. 1995. Vegetations- und Bodendynamik auf rezenten Windwurfflächen in den Schweizer Nordalpen. *Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen* 146: 873-891.
- Wohlgemuth, T., Kull, P., Wüthrich, H. 2002. Disturbance of microsites and early tree regeneration after windthrow in Swiss mountain forests due to the winter storm Vivian 1990. *Forest Snow and Landscape Research* 77: 17-47.

13. Bilag

13.1 Bilag 1: Projektkontrakt

Bilag 1 til Projektbeskrivelse

Ref.: ABR

Forskningsprojekt

**Genetablering efter fladefald i sønderjyske nåletræplantager
ved hjælp af naturlig foryngelse**

31. marts 2000

1. Baggrund

En række orkaner og storme har i 1999 skabt store åbne arealer i Danmark og Centraleuropa. De åbne arealer skaber vanskelige forhold for etablering af følsomme træarter. Mange skovejere ønsker lige nu et træartsskifte fra rødgran til løvtræarter og blandskov, naturnær skovdrift, og reduktion af kultur-omkostningerne. Alle disse ønsker står i modsætning til de vanskelige forhold på stormfaldsarealerne. Benyttelse af naturlig foryngelse kunne være en del af løsningen på disse problemer. Det gælder især ønsket om at mindske kulturomkostningerne. Det er dog stort set ikke afprøvet på de sønderjyske hedearealer, hvorvidt naturlig foryngelse (spontan opvækst) efter fladefald i granbevoksninger kan udnyttes til genetablering af skov med mulighed for produktion af kvalitetstræ.

Følgende kulturmodeller, som benytter naturlig foryngelse, er tænkelige:

1. Naturlig udvikling, urørt ("naturlig" succession)
2. Spontan foryngelse af ønskede træarter for fremtidige produktionsformål er tilstrækkelig tæt, lidt styring i form af udrensning nødvendig
3. Utilstrækkelig spontan foryngelse suppleres med plantede eller såede kultur på en del af arealet, f.eks. i huller i naturlig opvækst
4. Spontan foryngelse benyttes som forkultur (pionerskov, ammetræer) for følsomme træarter



Horsholm Kongevej 11
2970 Horsholm
Tlf. 4576 3200
Fax 4576 3233



Kvak Mollevej 31
7100 Vejle
Tlf. 7588 2211
Fax 7588 2085

E-post: [fst@fst.dk](mailto:fsl@fst.dk)

Efter stormfaldet i oktober 1967 blev i Danmark udlagt observationsarealer i stormfældet bøg, hvori man har fulgt biodiversitetens udvikling gennem de følgende år, mens en selvsået blandingsbevoksning af især birk, bøg og ær etablerede sig. Lignende forsøg er hidtil aldrig blevet etableret i stormfældet nåleskov i Danmark, og aldrig i et omfang så man kritisk kunne vurdere betydningen af forskellige frøkilder og mulighederne for foryngelsens etablering.

Eksisterende viden

Efter stormfald i 1990 blev mange forskningsprojekter startet i Tyskland og Schweiz. Der findes i dag mange publikationer, som beskriver forsøgsanlæg og resultater. Artikler fra forstpraktikere beskriver praktiske erfaringer med genetableringsaktiviteterne. Der eksisterer således en stor mængde videnskabelig og praktisk viden, som kan sammenfattes og formidles til danske praktikere.

En foreløbig systemanalyse af systemet "naturlig foryngelse på åbne arealer efter stormfald" baseret på publiceret viden foreligger på FSL. Den skal udvikles videre i projektets forløb.

2. Formål

Projektet skal tilvejebringe vigtig ny viden og gøre eksisterende viden tilgængelig og relevant i en dansk sammenhæng. Projektet skal afklare, hvilke muligheder der er for væsentlige kulturbesparelser og ændret skovopbygning med hel eller delvis benyttelse af naturlig genvækst på syd- og sønderjyske, stormfaldsramte nåletræplantager. Projektet skal afklare de væsentligste usikkerhedsmomenter til belysning af, hvornår og under hvilke forudsætninger en acceptabel genvækst kan forventes.

Projektet har to dele med i alt fire formål.

Del I: Videnindsamling og –formidling

A. Indsamling og formidling af eksisterende viden om naturlig foryngelse på åbne arealer efter stormfald

Del II: Forsøg

B. Demonstration af variationen i naturlig foryngelse på åbne arealer efter stormfald

Hypotese:

Det komplekse sammenspil af mange faktorer i systemet "naturlig foryngelse på åbne arealer efter stormfald" fører til en stor variation i f.eks. tæthed og artssammensætning af naturlig opvækst.

C. Udvikling og afprøvning af kulturmodeller som bygger videst muligt på naturlig foryngelse

Hypotese:

Naturlig foryngelse af nåletræarter og pionertræarter findes i tilstrækkelig mængde og kvalitet til at det kan bruges til genkultivering af stormfaldsarealer i sønderjyske nåletræplantager.

D. Demonstration af biodiversitetens udvikling efter stormfald i gran ved forskellig behandling af arealerne, vildtgræsningens betydning for denne og frøkildernes betydning.

Hypotese:

Et uopryddet stormfald i nåletræ efterlader et areal med en langt større variation af økologiske nicher end et opryddet, ikke-gentilplantet areal. Førstnævnte vil både på kort og langt sigt udvikle en langt mere artsrig og naturnær.

3. Projekt mål

Videnindsamling og –formidling

(projektformål A)

- Publikation af litteraturanalyse i DST, Skoven (se f.eks. artikel af A. Brunner i Skoven 2/00), FSL videnblade
- Ekskursion med praktikere til forsøg (anlagt af Universitet Freiburg) i Rheinland-Pfalz og Baden-Württemberg
- Foredrag i Danmark af udenlandske og danske forskere, som arbejder med naturlig succession (f.eks. Anette Schmidt-Schütz fra Universitet Freiburg, Reinhard Lässig fra WSL i Schweiz, Manfred Schölch fra Fachhochschule Weihenstephan, Anton Fischer fra Technische Universität München, mv.)

Forsøg

Der anlægges et langsigtet forsøg, som løbende vil producere resultater, med afsluttende resultater efter projektets løbetid. I projektets løbetid forventes følgende vigtige resultater:

- Variation i træartssammensætning og tæthed af naturlig foryngelse på stormfaldsarealer; og årsager til variationen (projektformål B).
- Muligheder for udnyttelse af naturlig opvækst til genkultivering efter stormfald: Eksisterende foryngelse, overlevelse efter oprydning, foryngelse af pionertræarter, udvikling af konkurrenceflora, mm (projektformål C).
- Biodiversitet: Hypotesen kan testes indenfor projektets løbetid. Der forventes en mere ensartet og tæt bundvegetation med stort andel græs i ryddede parceller end i ikke ryddede (projektformål D).

Resultaterne publiceres senest efter 4 år i artikler i internationale og nationale videnskabelige tidsskrifter samt i "Skoven."

4. Metoder

Videnindsamling og -formidling

(projektformål A)

Literaturanalyse, sammenfatning, formidling ved hjælp af skriftlig publikation, ekskursion og foredrag.

Forsøg

(projektformål B, C og D)

Der anlægges et langsigtet forsøg på forskellige lokaliteter til iagttagelse af naturlig udvikling og til kulturforsøg baseret på naturlig foryngelse.

Materiale

I samarbejde med Skov- og Naturstyrelsens skovdistrikter er følgende arealer med fladefald reserveret til forsøget:

- Stursbøl Hegn (Haderslev distrikt), 16 ha
- Lovrup Skov (Lindet distrikt), 16 ha
- Frederikshåb Plantage (Randbøl distrikt), 12 ha (ingen behandling 1)

Alle arealer ligger på hedejorde vest for israndslinien. Den geologiske jordartskartering viser for det meste af arealet smeltevandssand, men også flyvesand (dele af Frederikshåb Plantage). De væltede bevoksninger var domineret af rødgran (delvis med sitkagran, douglasgran, og ædelgran).

Metoder

Forsøget afprøver og sammenligner fire forskellige behandlinger. Forsøgspareller med samme behandling gentages fire gange på samme lokalitet, men også på tre forskellige lokaliteter. Den store variation i sammensætningen af naturlig opvækst og det langsigtede forsøgsformål gør det nødvendigt at følge store pareller (0,5 ha).

Forsøgspareller af alle behandlinger og gentagelser bliver etableret indenfor og udenfor hegn for at undersøge vildtets indflydelse på opvæksten.

Forsøgsparellerne udsættes for følgende *behandlinger*:

- 1 - Uden skovning, urørt

Tjener som reference for at undersøge udviklingen af opvæksten, bundvegetationen og dødt ved uden forstyrrelse ved udtag af træeffekter.

Kan desuden blive relevant som erfaring i fremtiden, f.eks. hvis træpriserne ikke dækker oparbejdningssomkostninger efter stormfald (f.eks. diskuteret i stormfaldsregioner i Sydtykland for tiden).

- 2 - Skovning, derefter urørt
Tjener som reference for at undersøge udviklingen af opvæksten og bundvegetationen uden konkurrence fra supplerende kunstig foryngelse eller foranstaltninger, som fremmer naturlig foryngelse.
- 3 - Skovning, naturlig opvækst bruges til en af de følgende kulturmodeller:
a – tilstrækkelig tæt opvækst suppleres med løvtræer (eg, bøg)
b - forkultur til senere etablering af følsomme løvtræarter

Behandlingen afprøver, om naturlig foryngelse kan bruges til genetablering efter fladefald i nåletræbevoksninger i sønderjyske plantager.

Tidligere forsøg på stormfaldsarealer i Tyskland har vist, at de første år er afgørende for, om naturlig foryngelse udvikles tilfredsstillende. Hvis foryngelsen er utilstrækkelig kan der ikke forventes yderligere foryngelse i lang tid, da græs (og eventuelt lyng) vil dække arealet. Hvis udviklingen går den retning afsluttes forsøget. Forsøgene i Tyskland har også vist, at der var meget mer brugbar naturlig foryngelse på arealerne end forventet. Tætheden, træartssammensætning og kvalitet vil være afgørende for hvilke kulturmodeller der bliver afprøvet på forsøgsparcellerne.

Afhængig af jordbundstilstanden efter oprydningen overvejes det efter et år, at yderligere blotlægge mineralbunden til frøspiring, f.eks. igennem rillepløjning på en del af arealet.

Den endelige udforming af behandling 3 fastlægges i samarbejde mellem FSL, Skov- og Natursstyrelsens Driftsplankontor og de involverede distrikter i efteråret 2001 når resultatet af den anden foryngelsestaksering foreligger. Suppleringsplantninger udføres eventuelt i løbet af 2002/03.

- 4 - Skovning, "traditionel" kultur
Behandlingen tjener som reference for at sammenligne behandling 3 med kulturmodeller, som ikke tager hensyn til naturlig opvækst på arealet. Udgangspunktet er, at der anlægges en plantet egekultur efter rillepløjning. Kulturmodellen tilpasses lokalitets- og produktionsforhold i de enkelte skove, som deltager i forsøget. Det tilstræbes dog i videst muligt omfang at anvende samme kulturmodel på deltagende distrikter for at tillade sammenligning mellem lokaliteterne.

Det samlede areal per gentagelse, som indeholder alle behandlinger, er 4 ha. Med fire gentagelser er det samlede areal per lokalitet 16 ha ved anvendelse af alle behandlinger. Med hensyn til faren for angreb af *Ips typographus* og andre skadebiller fra ikke ryddede arealer udelades dog behandling 1 i Frederikshåb Plantage.

På tre forskellige lokaliteter anlægges fire gentagelser. Det samlede areal af forsøget er **44 ha**.

Foryngelsen måles meget intensivt i de første par år efter stormfaldet. Det anses for at være meget vigtigt, fordi afgørende processer sker i den tidsperiode (f.eks. overlevelse af eksisterende foryngelse, spiring af ny foryngelse på åben mineraljord, udvikling af konkurrenceflora). Det store forsøgsareal kan ikke fuldstændig registres. Der anvendes derfor en permanent stikprøvetaksering af foryngelsen i forsøget (behandlinger 1 – 3, i alt 32 ha) med måling af følgende parametre:

- træartssammensætning
- tæthed
- horisontal fordeling af opvækst og enkelte træarter
- vertikal struktur
- stammeform
- vitalitet og skader

Endvidere registreres signifikante faktorer for foryngelsens tilstand og udvikling, f.eks.:

- Tidligere bevoksning: træarter (herkomst), tæthed (tynding), urtevegetation, humusform, træfrøforråd;
- Resterende bevoksning: beskyttelse af træopvækst, træfrøkilder, skader på opvækst (ved senere stormfald);
- Nabobevoksninger: beskyttelse af opvækst, træfrøkilder, skader på opvækst (ved senere stormfald), afstand (størrelse af åbent areal), f.eks. med frøfælder;
- Skovning: skader på opvækst, jordbearbejdningseffekter, jordkomprimering;
- Vegetation;
- Lokalitetsforhold;
- Vildtbid;
- Museskader;
- Frost- og tørreskader;
- Insektskader.

Det forventes at variationen i foryngelsens tæthed og artssammensætning er stor og ikke alene kan forklares med forsøgets behandlinger. Det er derfor nødvendig at måle de afgørende faktorer og dermed koble behandlinger til faktorvirkninger.

Biodiversitetet undersøges kun i behandling 1 og 2 i Lovrup Skov og Stursbøl plantage. I hvert af de 32 stk. 0,5 ha forsøgsparceller anlægges et observationsfelt, antagelig 10x10 meter (mere end 10 meter fra forsøgsfeltets kant), hvori skovbundsurnernes "artsblandings-tæthed"

registreres med "mean intervening area method", der tidligere har været anvendt af FSL til registrering af skovbundsvegetation. I observationsfelterne registreres desuden naturforyngede og plantede vedplanter

For hvert af de 32 stk. 0,5 ha forsøgsselter udarbejdes en total artsliste for karplanter (dog med 10 meters sikkerhedszone langs kant, dvs. i felter på ca. 50x50 meter = 0,25 ha).

Der foretages en dødtvedstaksering i de uopryddede forsøgsselter, evt. med supplerende vurdering/måling af skyggeeffekt.

Det langsigtede forsøgsanlæg giver mulighed for opfølgning efter projektets løbetid. Efterfølgende registreringer forventes at ske med større interval og mindre intensitet end i projektets løbetid – og i øvrigt afhængigt af finansieringsmuligheder.

5. Aktivitets- og tidsplan

Projektets samlede løbetid er 4 år (14.3.2000 – 31.3.2004).

| | |
|----------------------|--|
| forår/sommer 2000: | taksering af opvæksten før oprydningen, forsøgsanlæg |
| sommer 2000: | taksering af flora og dødt ved |
| sommer/efterår 2000: | videnindsamling og -formidling |
| efterår 2000: | taksering af opvæksten efterår 2001: taksering af opvæksten, beslutning om udformning af behandling 3, evt. jordbehandling |
| sommer 2002: | registrering af vækstfaktorer for opvæksten |
| forår 2003: | eventuelt supplerende plantninger i behandling 3 |
| sommer 2003: | Taksering af flora og dødt ved |
| efterår 2003: | taksering af opvæksten |
| forår 2004: | resultatrapport publiceres |

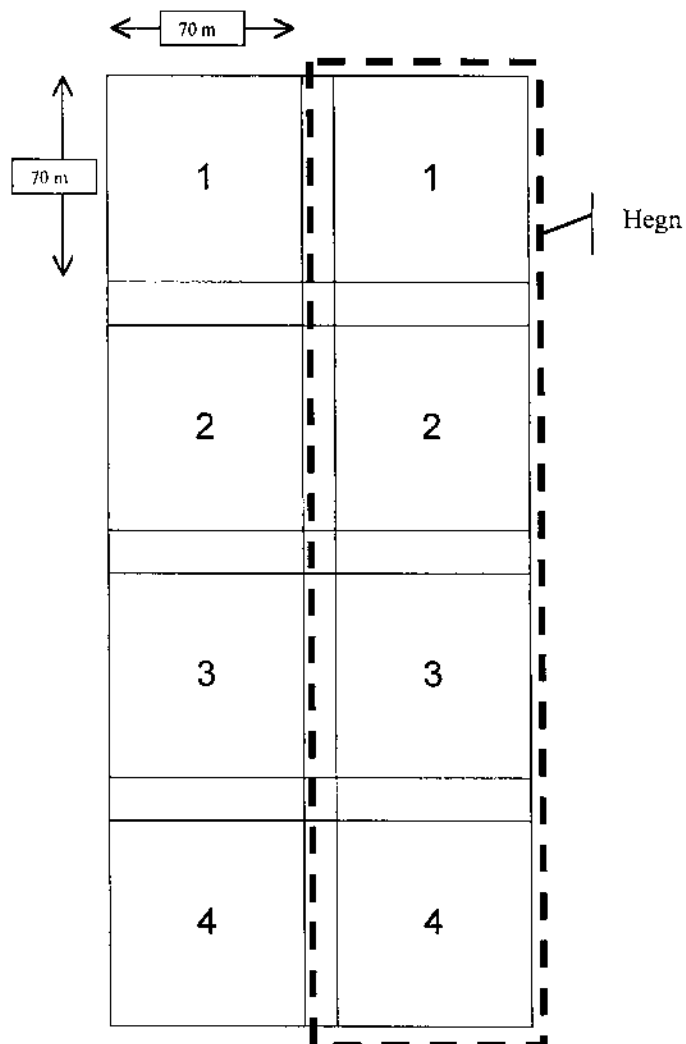
6. Projektansvarlig og projektdeltagere

| | |
|-----------------------|--|
| Andreas Brunner, FSL: | Projektleder, foryngelsesforsøg, videnindsamling |
| Flemming Rune, FSL: | Flora og biodiversitet på urørte arealer |

Forsøgsdesign til "Naturlig foryngelse på åbne arealer efter stormfald i gran på heden"
1 gentagelse med 4 ha

Behandlinger:

- 1 - Uden skovning, urørt
- 2 - Skovning, derefter urørt
- 3 - Skovning, naturlig opvækst (sandsynligvis rødgran/sitkagran og pionertræarter) bruges til en af de følgende kulturmodeller:
 - a – tilstrækkelig tæt opvækst suppleres med løvtræer (eg, bøg; store planter og/eller såning)
 - b - forkultur til senere etablering af følsomme løvtræarter
- 4 - Skovning, "traditionel" kultur



Arealer til forsøg “Naturlig foryngelse på åbne arealer efter stormfald i gran på heden”

- Frederikshåb Plantage (Randbøl distrikt), 12 ha:
+ 92, + 99, + 115, + østlige del af 778
- Stursbøl Hegn (Haderslev distrikt), 16 ha:
+ 787a, 788a (789a, 773b), + 808a, 809a, + 810, 827, 826, + 817a
-
- Lovrup Skov (Lindet distrikt), 16 ha:
+ 410b & 411 a, + 185b, + 185c, + 185d

13.2 Bilag 2: Aftaler med værtsdistrikterne

Aftale

mellem Randbøl Statsskovdistrikt og

Center for Skov, Landskab og Planlægning, KVL

om forsøg nr. 1513, "Genetablering af skov på stormfaldsarealer ved naturlig foryngelse" i Frederikshåb Plantage.

Forsøg nr. 1513 er placeret i fire blokke i Frederikshåb Plantage. Den nøjagtige placering fremgår af anlægsrapporten (nr. 604, Brunner & Rune 2004). Forsøget blev anlagt i 2000 efter fladefald den 3. december 1999. Anlæggelsen og undersøgelsen igennem de første fire år blev finansieret af Skov- og Naturstyrelsen. Forsøgets formål er at undersøge mulighederne for genetablering efter stormfald ved hjælp af naturlig foryngelse. En del af forsøget er en sammenligning med plantede kulturer. En del af forsøgsparcellerne er ikke blevet ryddet efter stormfaldet i 1999 (dog ikke i Frederikshåb Plantage). Forsøget er gentaget i tre forskellige skove (Frederikshåb Plantage, Stursbøl Hegn, Lovrup Skov). Det samlede forsøgsareal (parcellerne og mellemstriber) i Frederikshåb Plantage er ca. 12,5 ha.

Forsøget forventes at fortsætte mindst til 2019. Det forventes at foryngelsesprocessen er afsluttet til den tid. Det er meget sandsynlig, at det til den tid vil være relevant at videreføre forsøget med andre formål.

Center for Skov, Landskab og Planlægning, KVL (*Skov & Landskab*), forestår forsøgets drift, analyse og afrapportering. *Skov & Landskab* udfører i den forbindelse tilsyn, udvisning, målearbejde og registreringer i forsøget ved alle driftsaktiviteter. Afmærkning af forsøget foretages af *Skov & Landskab* og vedligeholdes i samarbejde med Statsskovdistriktet.

Statsskovdistriktet udfører alle forstlige aktiviteter for egen regning og i hvert enkelt tilfælde efter nærmere, forudgående aftale med *Skov & Landskab*. Statsskovdistriktet informerer *Skov & Landskab* om alle aktiviteter eller specielle omstændigheder (f.eks. insektangreb, sygdom, frostskaider osv.) i forsøget.

Statsskovdistriktet indvilliger i ikke at foretage dispositioner, som kan ændre forsøgsbetingelserne. Det gælder især for ikke-ryddede stammer, kroner eller rødder i forsøgsparcellerne.

Halvdelen af forsøgsparcellerne er hegned for at beskytte den naturlige foryngelse mod vildtbid. Hegnene vedligeholdes af Statsskovdistriktet og kontrolleres for tæthed mindst til efteråret 2008. Hegnene forventes at kunne fjernes til den tid, når foryngelsen ikke vil være udsat for vildtbid længere. Hvis dette skulle være tilfældet inden 2008, fjernes hegnene efter aftale med *Skov & Landskab*.

Udformningen af genkultiveringsmodel nr. 3, hvor den naturlige foryngelse suppleres, beslutes i samråd med alle statsskovdistrikter, som er berørt af forsøget. Beslutningen forventes tidligst når den naturlige foryngelse er synlig og sikret på størstedelen af forsøgsparcellerne og det derfor er muligt at vurdere, hvor og hvordan det suppleres. *Skov & Landskab* fremlægger et beslutningsforslag inden udgangen af 2007.

14-07


Randbøl Statsskovdistrikt

Steffen Jørgensen
skovrider

Hørsholm,

9/6-07


(Bo Jellesmark Thorsen)

Center for Skov, Landskab og Planlægning, KVL

MODTAGET

18 JUNI 2004

Skov & Landskab
Hørsholm

Aftale

**mellem Lindet Statsskovdistrikt og
Center for Skov, Landskab og Planlægning, KVL
om forsøg nr. 1513, "Genetablering af skov på stormfaldsarealer ved naturlig foryngelse"
i Lovrup Skov & Råbjerg Plantage.**

Forsøg nr. 1513 er placeret i fire blokke i Lovrup Skov & Råbjerg Plantage. Den nøjagtige placering fremgår af anlægsrapporten (nr. 604, Brunner & Rune 2004). Forsøget blev anlagt i 2000 efter fladefald den 3. december 1999. Anlæggelsen og undersøgelsen igennem de første fire år blev finansieret af Skov- og Naturstyrelsen. Forsøgets formål er at undersøge mulighederne for genetablering efter stormfald ved hjælp af naturlig foryngelse. En del af forsøget er en sammenligning med plantede kulturer. En del af forsøgsparcellerne er ikke blevet ryddet efter stormfaldet i 1999 (dog ikke i Frederikshåb Plantage). Forsøget er gentaget i tre forskellige skove (Frederikshåb Plantage, Stursbøl Hegn, Lovrup Skov). Det samlede forsøgsareal (parcellerne og mellemstriben) Lovrup Skov & Råbjerg Plantage er ca. 16,7 ha.

Forsøget forventes at fortsætte mindst til 2019. Det forventes at foryngelsesprocessen er afsluttet til den tid. Det er meget sandsynlig, at det til den tid vil være relevant at videreføre forsøget med andre formål.


Center for Skov, Landskab og Planlægning, KVL (*Skov & Landskab*), forestår forsøgets drift, analyse og afrapportering. *Skov & Landskab* udfører i den forbindelse tilsyn, udvisning, målearbejde og registreringer i forsøget ved alle driftsaktiviteter. Afmærkning af forsøget foretages af *Skov & Landskab* og vedligeholdes i samarbejde med Statsskovdistriktet.

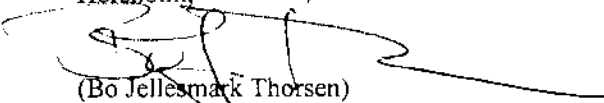
Statsskovdistriktet udfører alle forstlige aktiviteter for egen regning og i hvert enkelt tilfælde efter nærmere, forudgående aftale med *Skov & Landskab*. Statsskovdistriktet informerer *Skov & Landskab* om alle aktiviteter eller specielle omstændigheder (f.eks. insektangreb, sygdom, frostskaider osv.) i forsøget.

Statsskovdistriktet indvilliger i ikke at foretage dispositioner, som kan ændre forsøgsbetingelserne. Det gælder især for ikke-ryddede stammer, kroner eller rødder i forsøgsparcellerne.

Halvdelen af forsøgsparcellerne er hegned for at beskytte den naturlige foryngelse mod vildtbid. Hegnene vedligeholdes af Statsskovdistriktet og kontrolleres for tæthed mindst til efteråret 2008. Hegnene forventes at kunne fjernes til den tid, når foryngelsen ikke vil være udsat for vildtbid længere. Hvis dette skulle være tilfældet inden 2008, fjernes hegnene efter aftale med *Skov & Landskab*.

Udformningen af genkultiveringsmodel nr. 3, hvor den naturlige foryngelse suppleres, beslutes i samråd med alle statsskovdistrikter, som er berørt af forsøget. Beslutningen forventes tidligst når den naturlige foryngelse er synlig og sikret på størstedelen af forsøgsparcellerne og det derfor er muligt at vurdere, hvor og hvordan det suppleres. *Skov & Landskab* fremlægger et beslutningsforslag inden udgangen af 2007.

17/6-04

Lindet Statsskovdistrikt

Hørsholm, 16/6-04

(Bo Jellesmark Thorsen)
Center for Skov, Landskab og Planlægning, KVL

Aftale

mellem Haderslev Statsskovdistrikt og

Center for Skov, Landskab og Planlægning, KVL

om forsøg nr. 1513, "Genetablering af skov på stormfaldsarealer ved naturlig foryngelse" i ~~Frederikshåb Plantage~~. *Stursbøl Hegn*.

Forsøg nr. 1513 er placeret i fire blokke i Stursbøl Hegn. Den nøjagtige placering fremgår af anlægsrapporten (nr. 604, Brunner & Runc 2004). Forsøget blev anlagt i 2000 efter fladefald den 3. december 1999. Anlæggelsen og undersøgelsen igennem de første fire år blev finansieret af Skov- og Naturstyrelsen. Forsøgets formål er at undersøge mulighederne for genetablering efter stormfald ved hjælp af naturlig foryngelse. En del af forsøget er en sammenligning med plantede kulturer. En del af forsøgsparcellerne er ikke blevet ryddet efter stormfaldet i 1999 (dog ikke i Frederikshåb Plantage). Forsøget er gentaget i tre forskellige skove (Frederikshåb Plantage, Stursbøl Hegn, Lovrup Skov). Det samlede forsøgsareal (parcellerne og mellemstriben) i Stursbøl Hegn er ca. 18,5 ha.

Forsøget forventes at fortsætte mindst til 2019. Det forventes at foryngelsesprocessen er afsluttet til den tid. Det er meget sandsynlig, at det til den tid vil være relevant at videreføre forsøget med andre formål.

Center for Skov, Landskab og Planlægning, KVL (*Skov & Landskab*), forestår forsøgets drift, analyse og afrapportering. *Skov & Landskab* udfører i den forbindelse tilsyn, udvisning, målearbejde og registreringer i forsøget ved alle driftsaktiviteter. Afmærkning af forsøget foretages af *Skov & Landskab* og vedligeholdes i samarbejde med Statsskovdistriktet.

Statsskovdistriktet udfører alle forstlige aktiviteter for egen regning og i hvert enkelt tilfælde efter nærmere, forudgående aftale med *Skov & Landskab*. Statsskovdistriktet informerer *Skov & Landskab* om alle aktiviteter eller specielle omstændigheder (f.eks. insektangreb, sygdom, frostskafer osv.) i forsøget.

Statsskovdistriktet indvilliger i ikke at foretage dispositioner, som kan ændre forsøgsbetingelserne. Det gælder især for ikke-ryddede stammer, kroner eller rødder i forsøgsparcellerne.

Halvdelen af forsøgsparcellerne er hegned for at beskytte den naturlige foryngelse mod vildtbid. Hegnene vedligeholdes af Statsskovdistriktet og kontrolleres for tæthed mindst til efteråret 2008. Hegnene forventes at kunne fjernes til den tid, når foryngelsen ikke vil være udsat for vildtbid længere. Hvis dette skulle være tilfældet inden 2008, fjernes hegnene efter aftale med *Skov & Landskab*.

Udformningen af genkultiveringsmodel nr. 3, hvor den naturlige foryngelse suppleres, beslutes i samråd med alle statsskovdistrikter, som er berørt af forsøget. Beslutningen forventes tidligst når den naturlige foryngelse er synlig og sikret på størstedelen af forsøgsparcellerne og det derfor er muligt at vurdere, hvor og hvordan det suppleres. *Skov & Landskab* fremlægger et beslutningsforslag inden udgangen af 2007.

Miljøministeriet Skov- og Naturstyrelsen
Haderslev statsskovdistrikt
Ulfshus, Christiansfeld Landevej 69, 6100 Haderslev
Tlf. 74 52 23 05 - Fax 74 52 53 68 - Giro 6 40 89 31

CARSTEN JØRNHOLT
Haderslev statsskovdistrikt

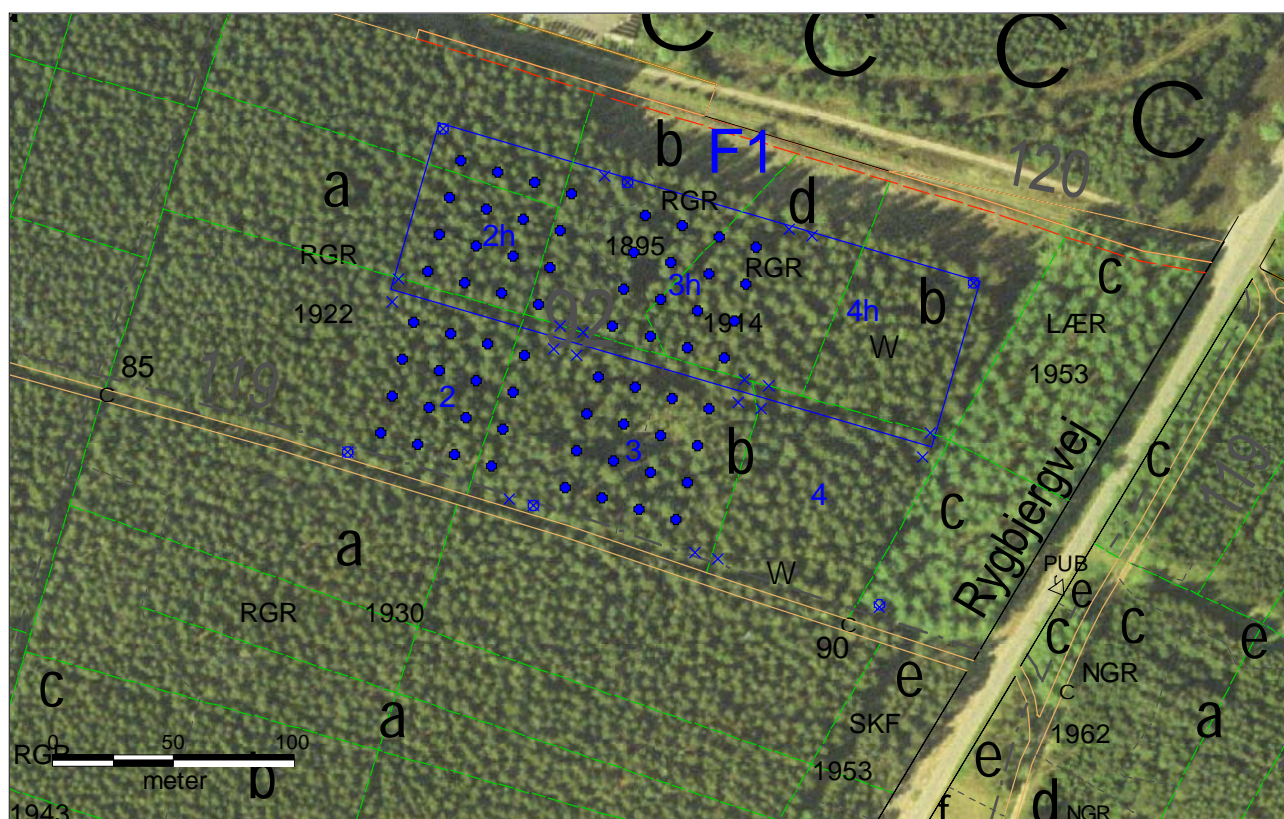
Hørsholm, 9/6-07


(Bo Jellesmark-Thorsen)

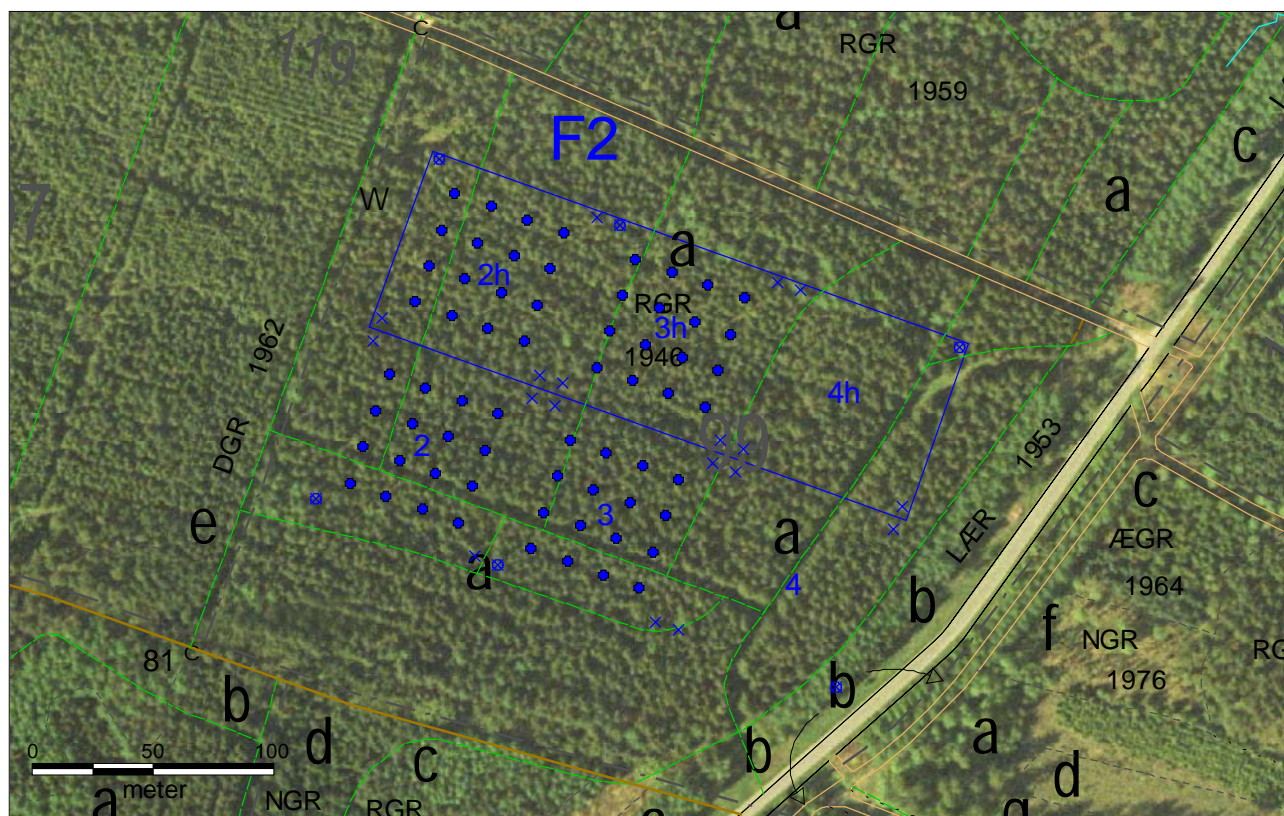
Center for Skov, Landskab og Planlægning, KVL

14/6-07

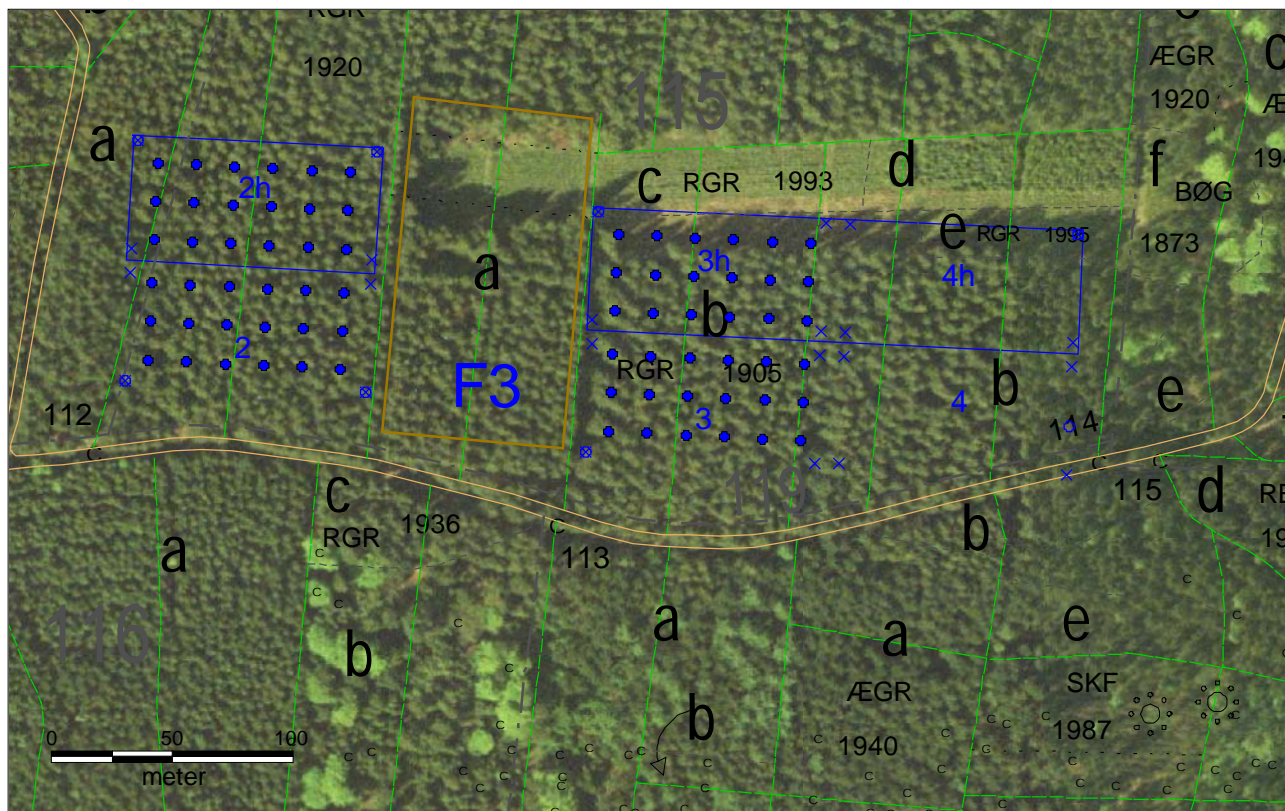
13.3 Bilag 3: Luftfotokort 1999



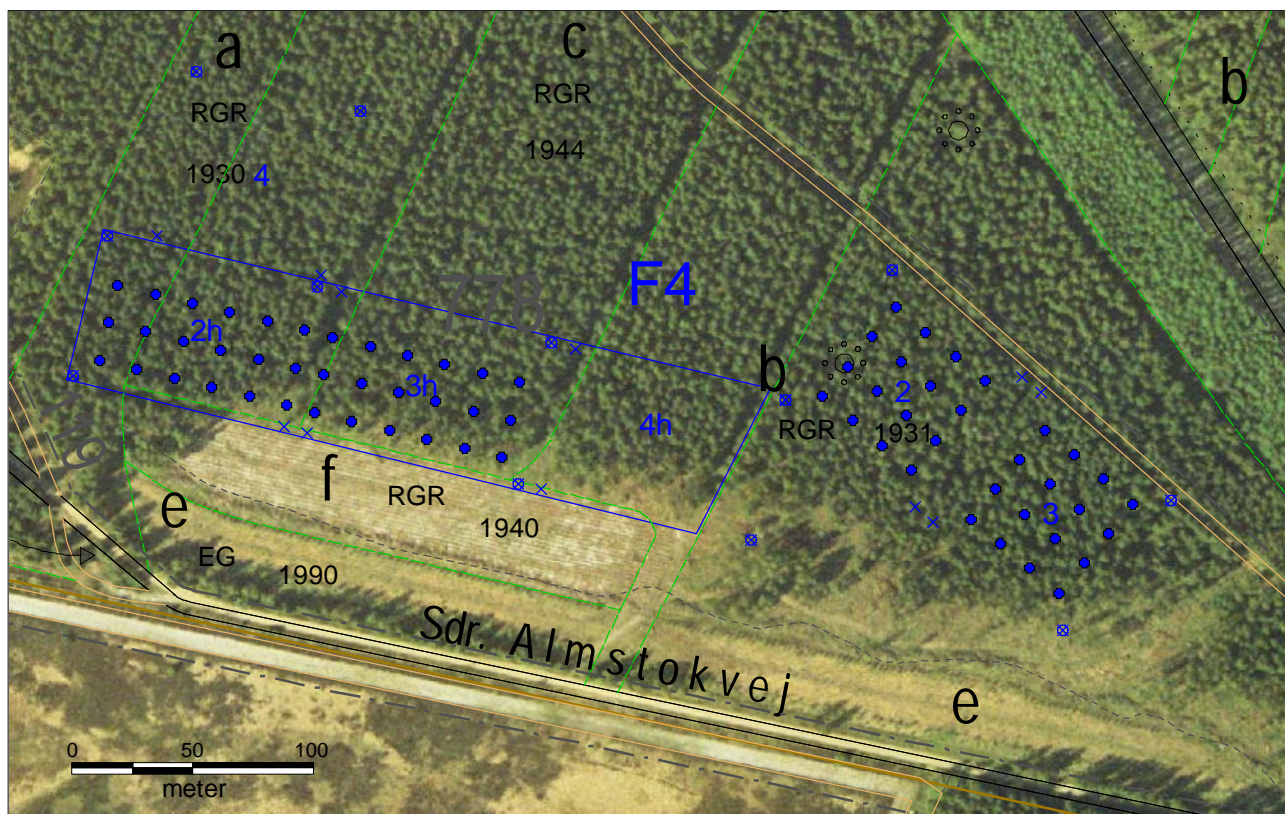
Figur 54. Luftbillede af blok F1 i Frederikshåb Plantage 1999 før stormfaldet.
(Ortofotos, Copyright COWI a/s)



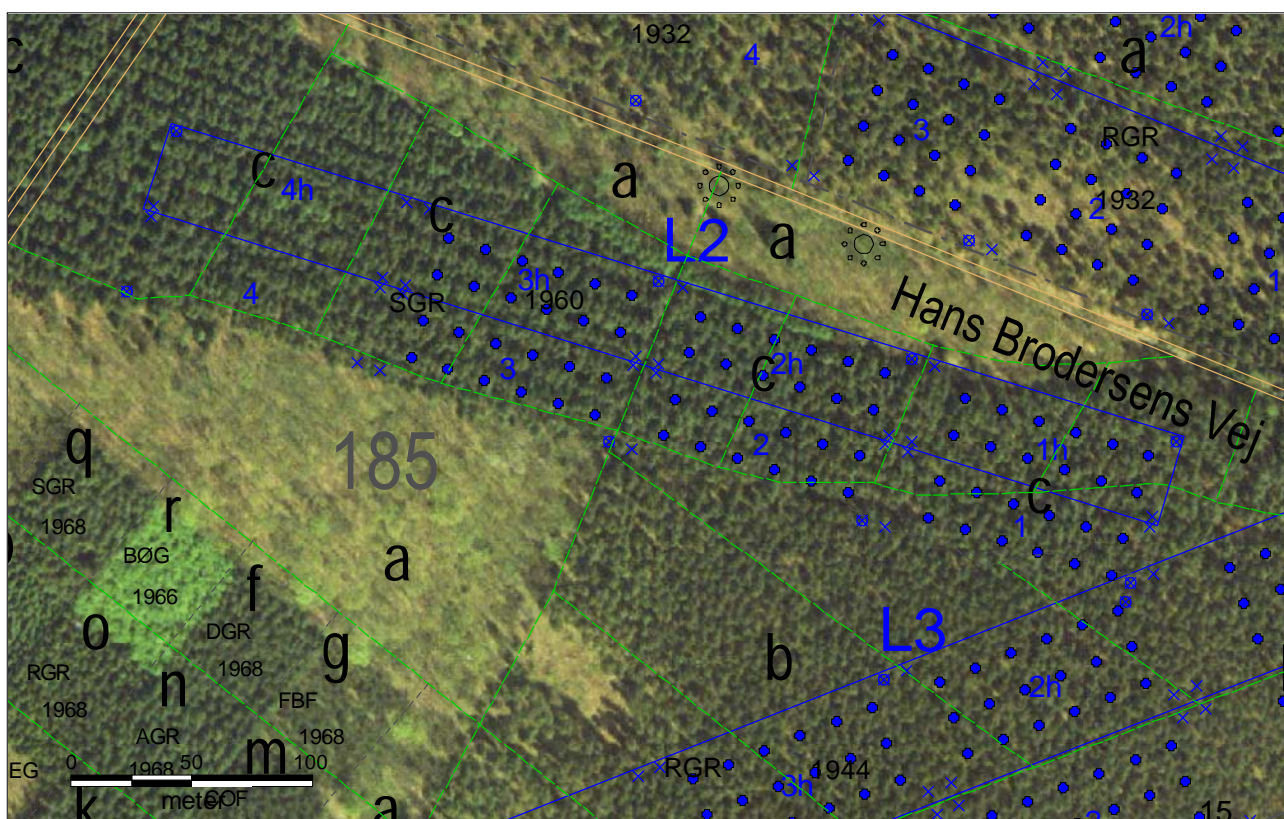
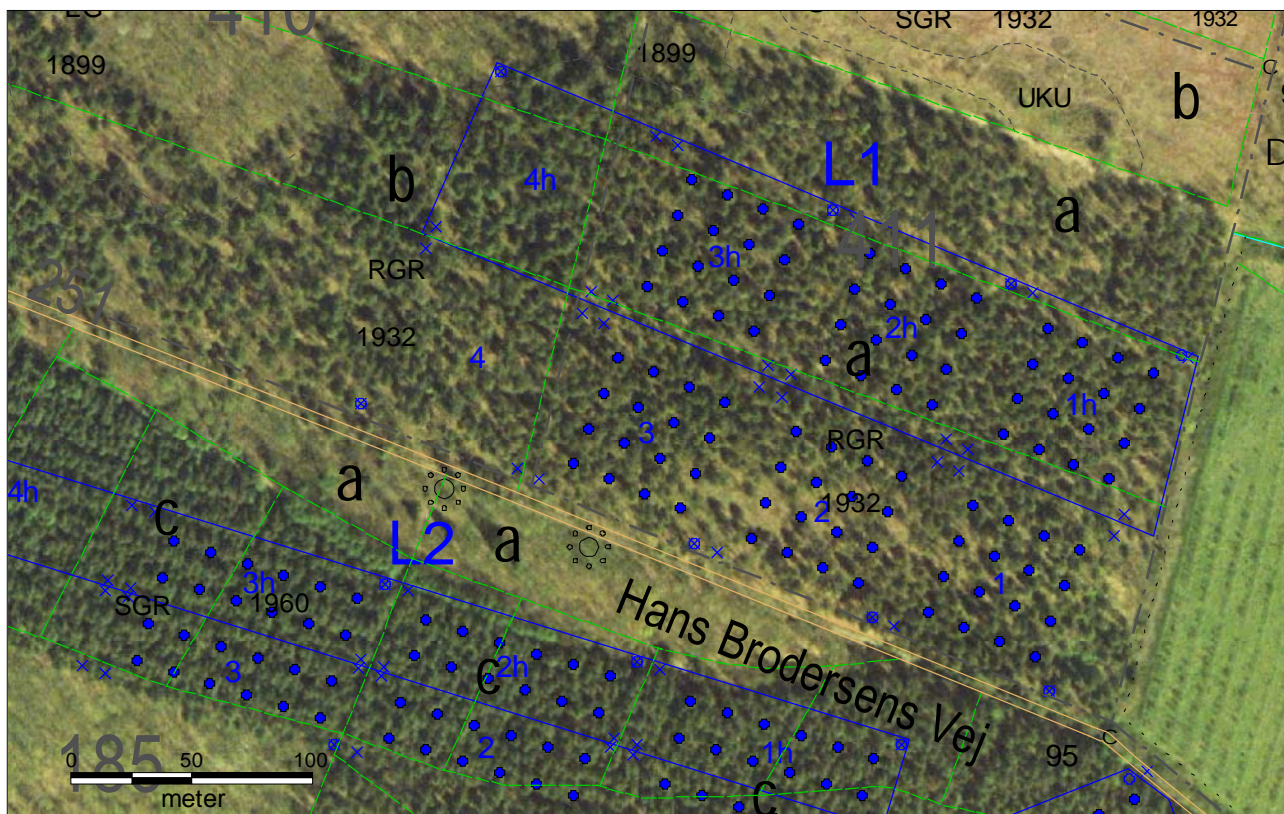
Figur 55. Luftbillede af blok F2 i Frederikshåb Plantage 1999 før stormfaldet.
(Ortofotos, Copyright COWI a/s)

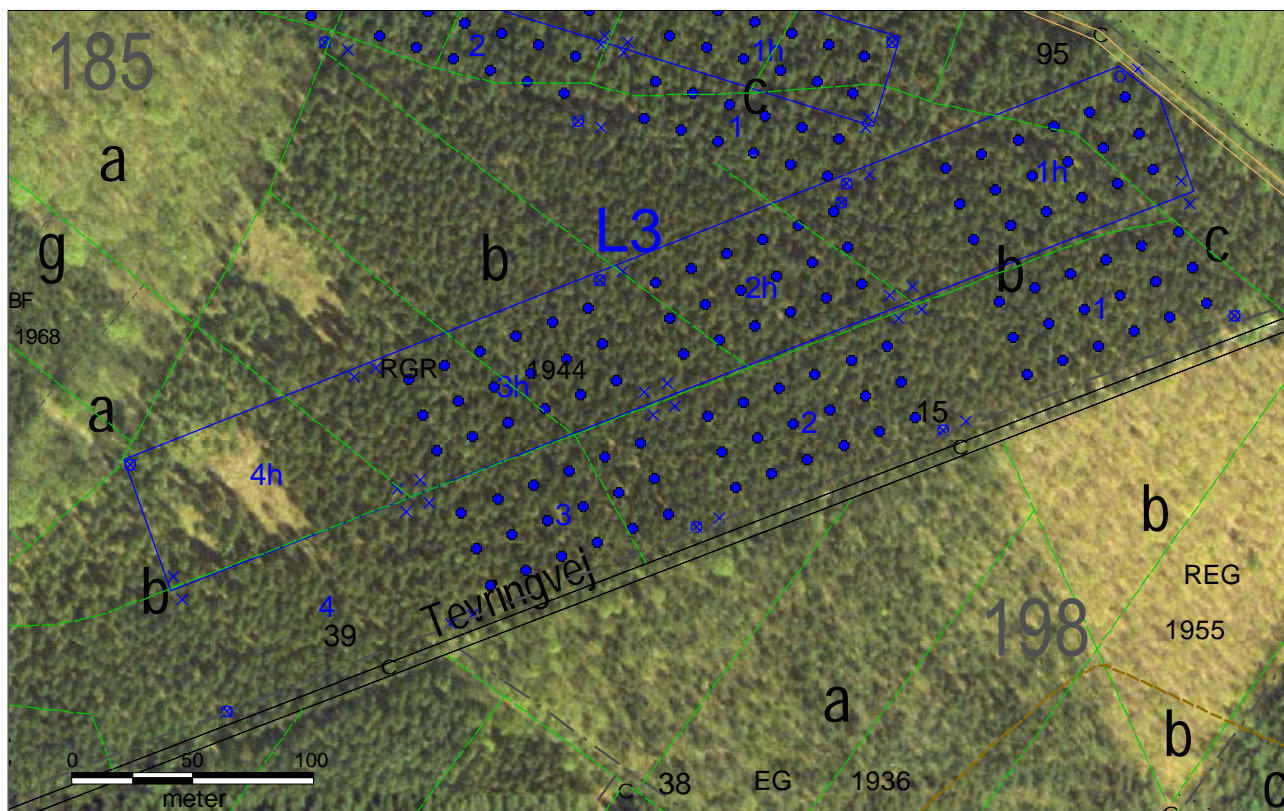


Figur 56. Luftbillede af blok F3 i Frederikshåb Plantage 1999 før stormfaldet.
(Ortofotos, Copyright COWI a/s)

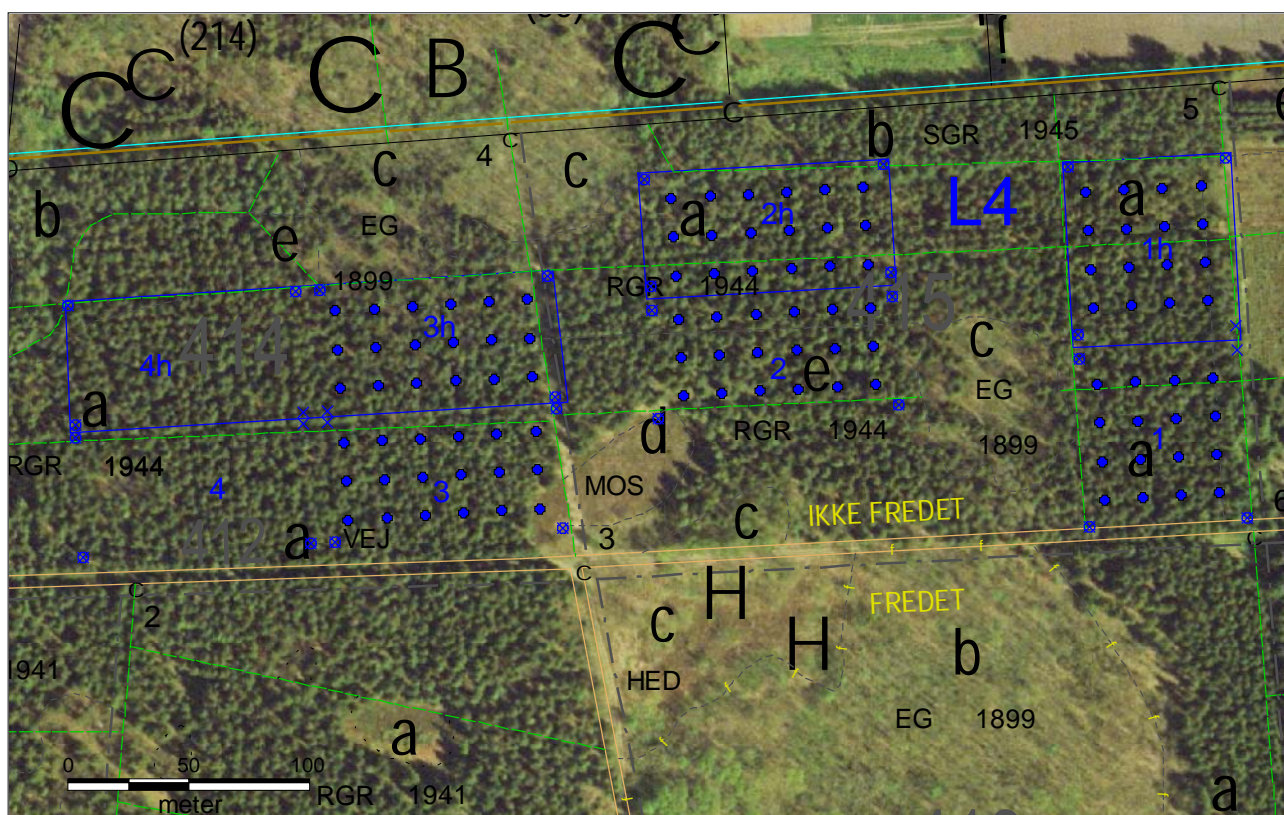


Figur 57. Luftbillede af blok F4 i Frederikshåb Plantage 1999 før stormfaldet.
(Ortofotos, Copyright COWI a/s)

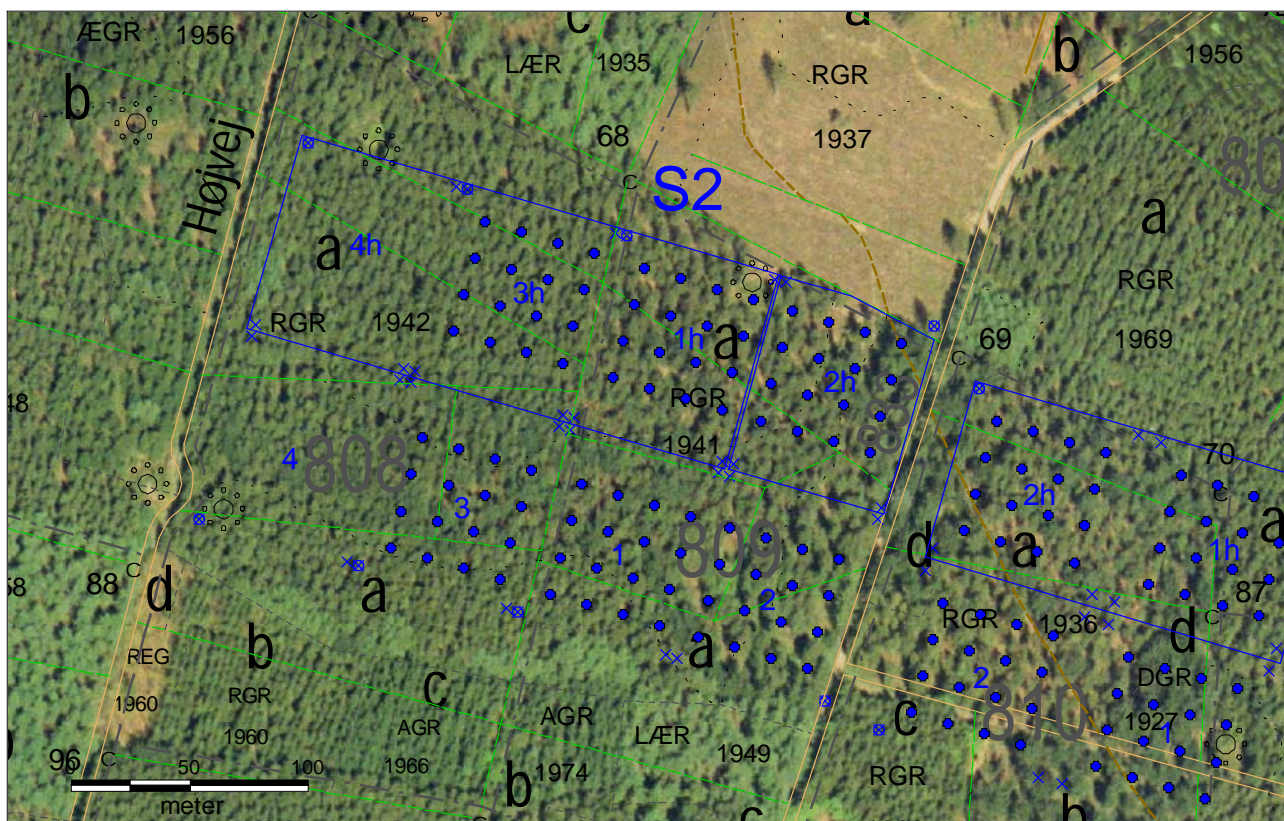
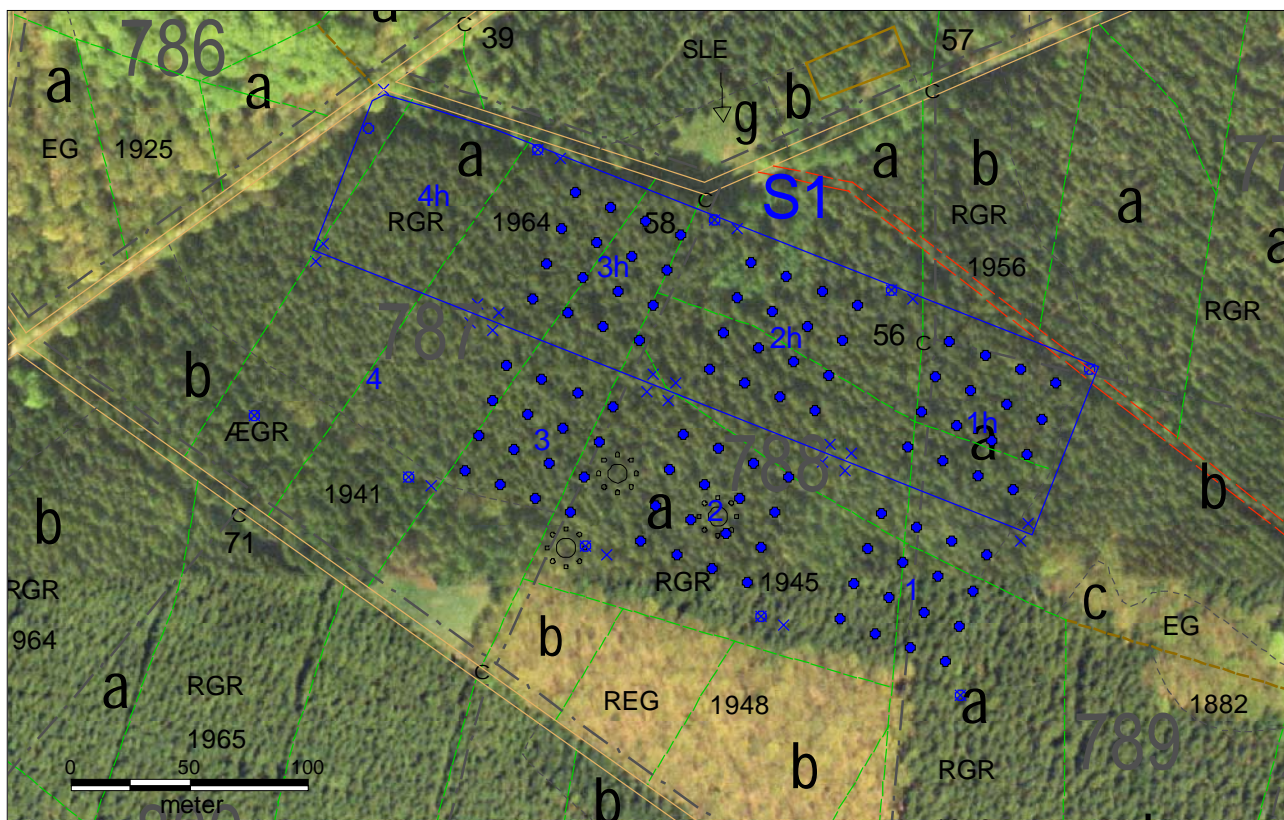


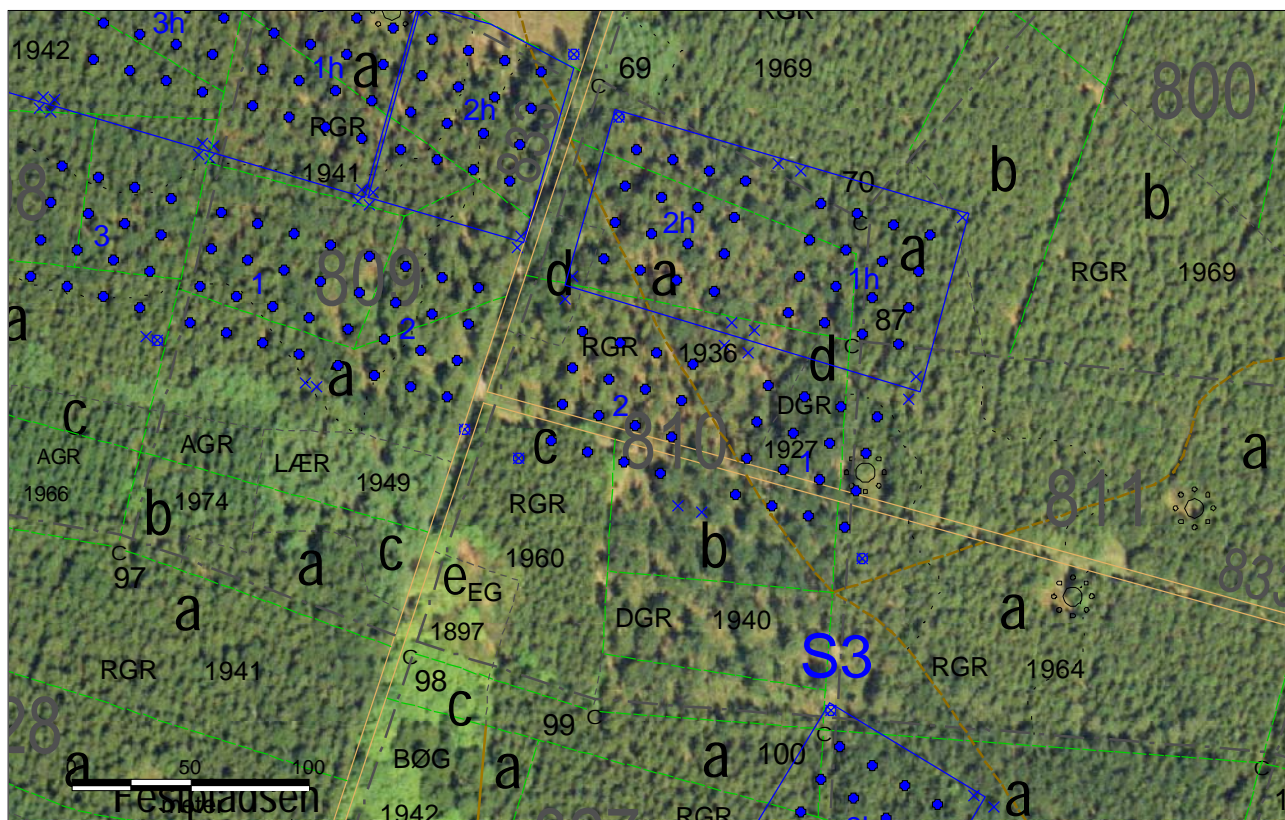


Figur 60. Luftbillede af blok L3 i Lovrup Skov 1999 før stormfaldet.
(Ortofotos, Copyright COWI a/s)

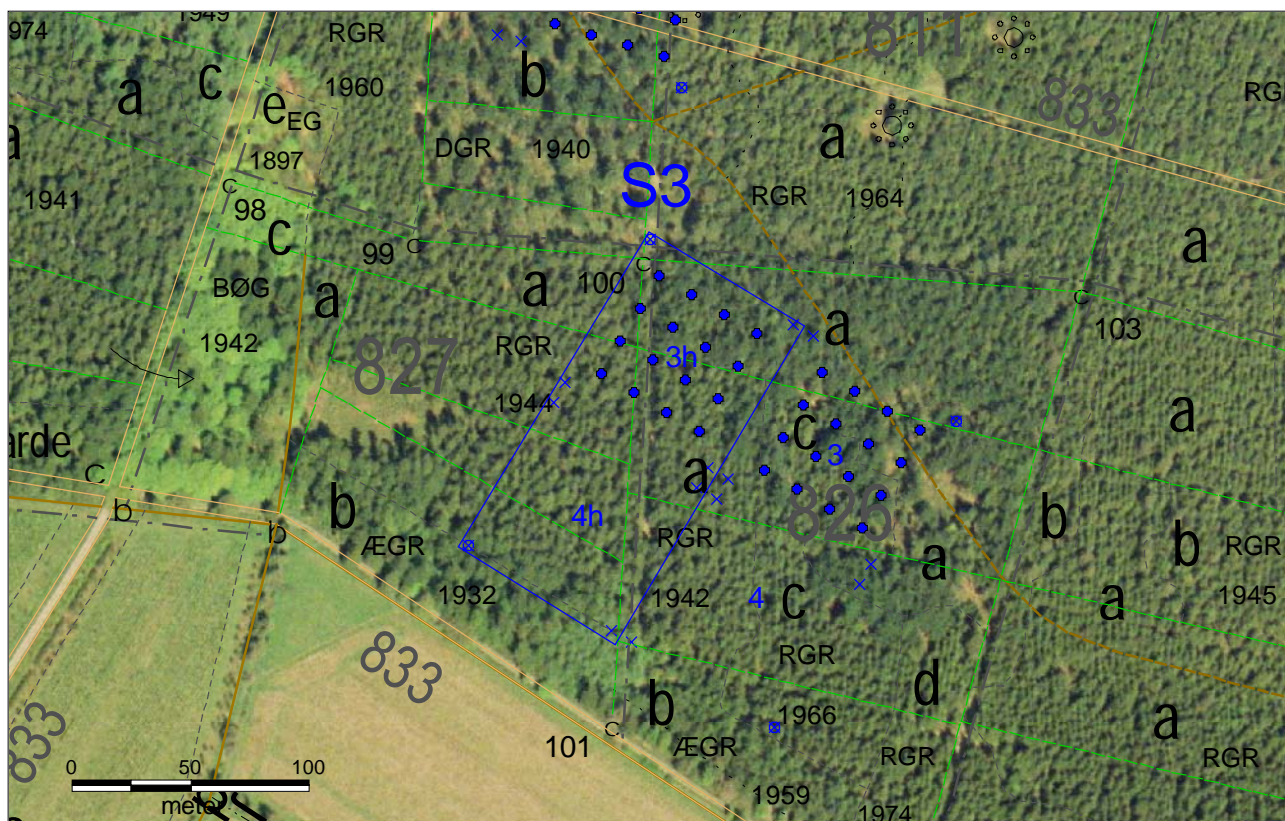


Figur 61. Luftbillede af blok L4 i Råbjerg Plantage 1999 før stormfaldet.
(Ortofotos, Copyright COWI a/s)

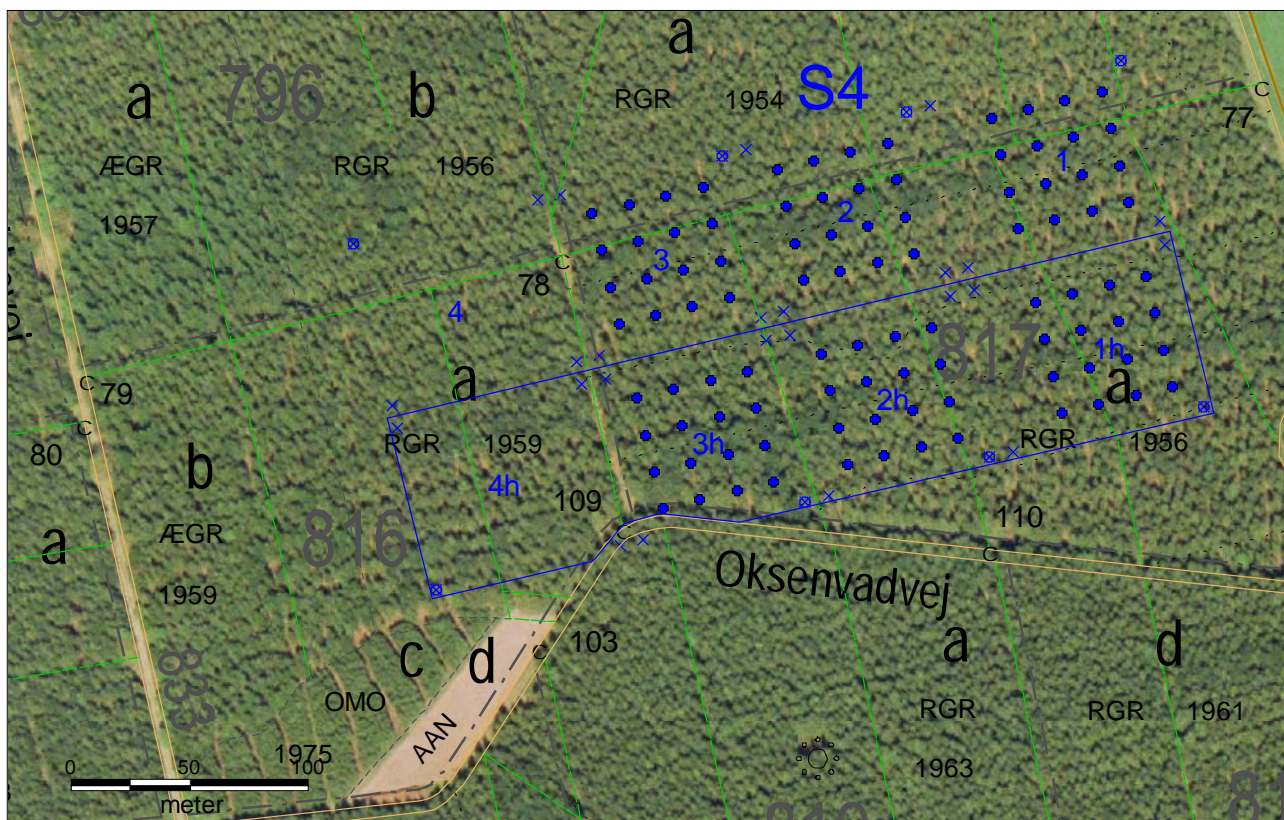




Figur 64. Luftbillede af blok S3 i Stursbøl hegn 1999 før stormfaldet.
(Ortofotos, Copyright COWI a/s)

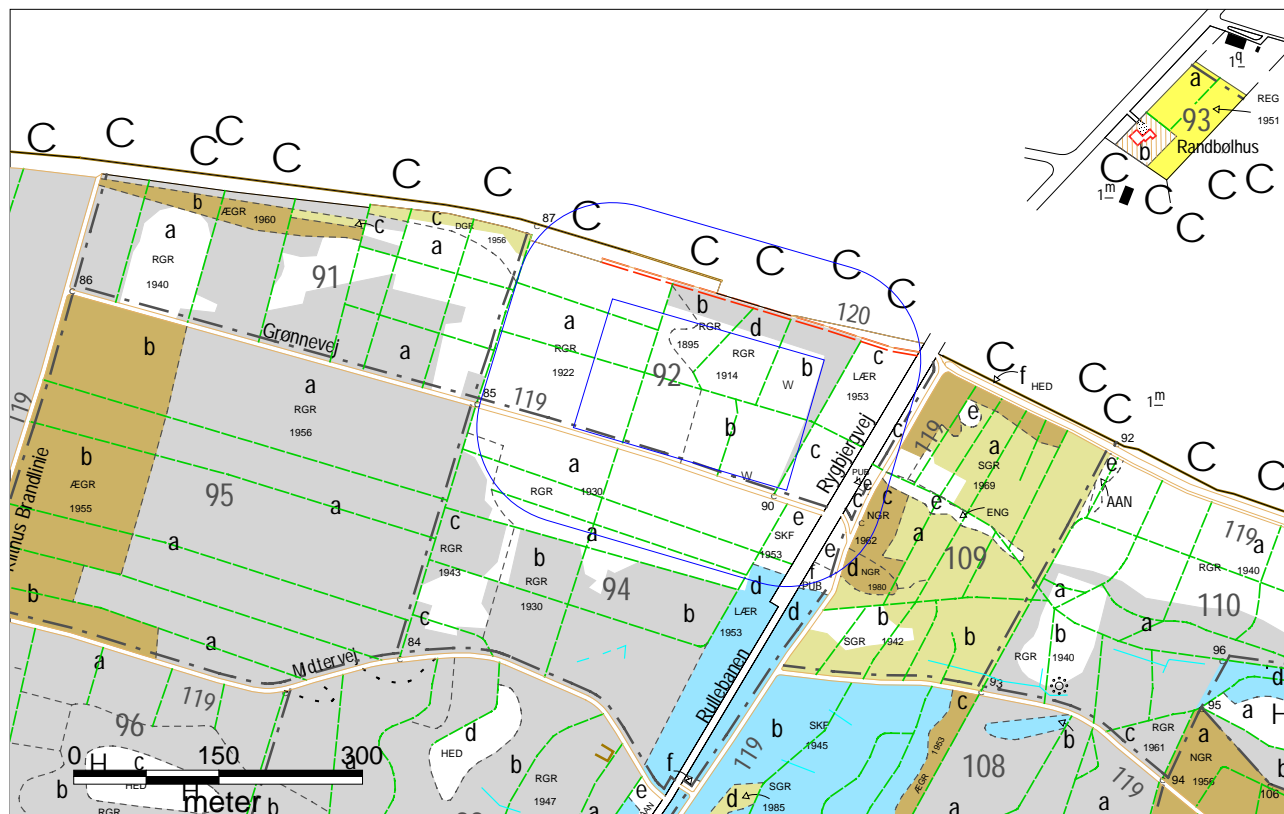


Figur 65. Luftbillede af blok S3 i Stursbøl hegn 1999 før stormfaldet.
(Ortofotos, Copyright COWI a/s)

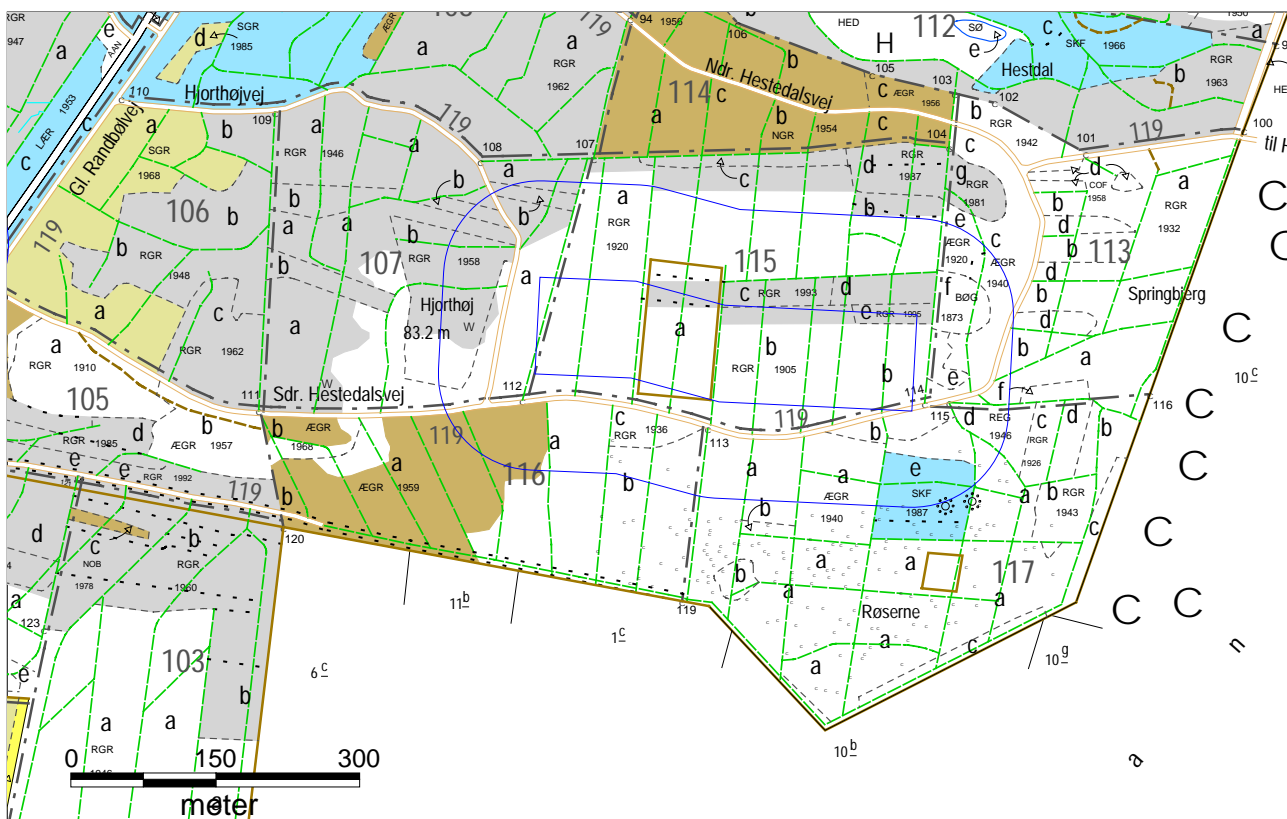
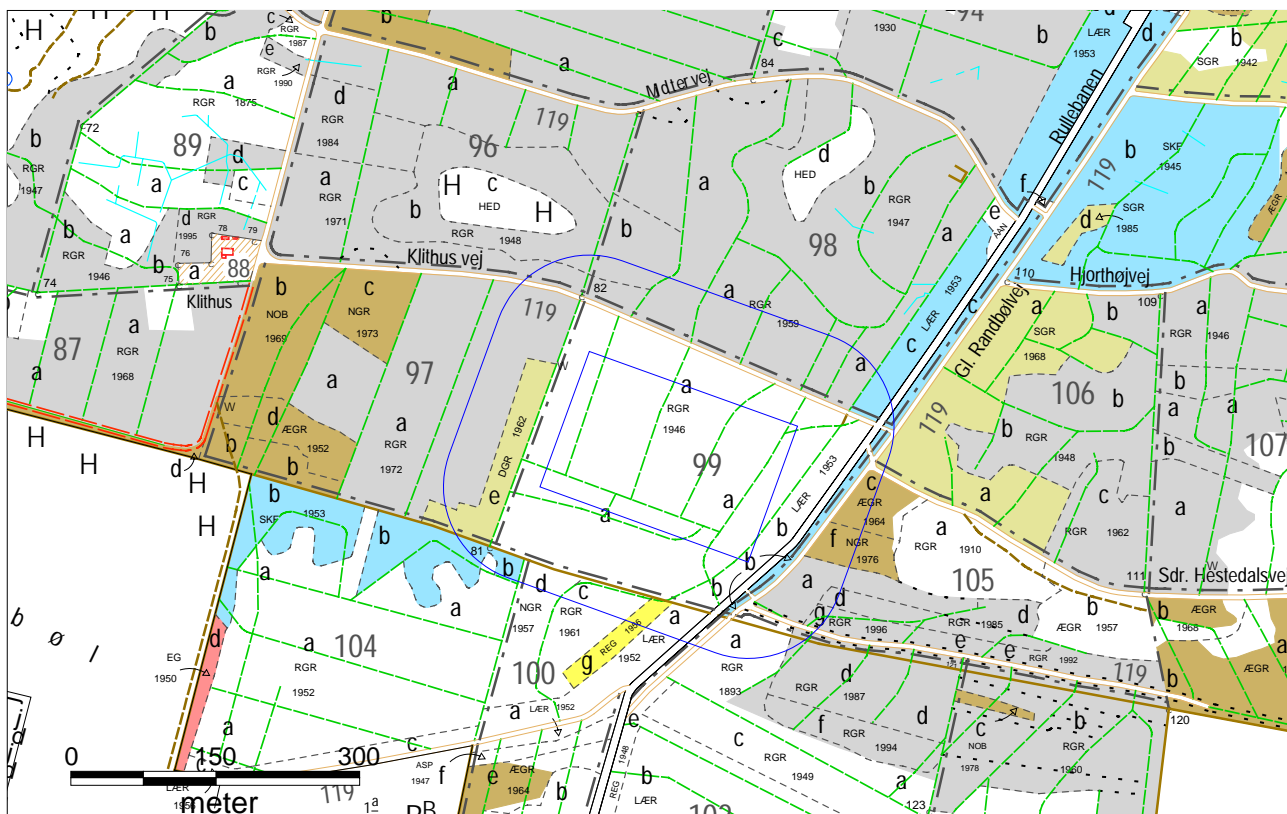


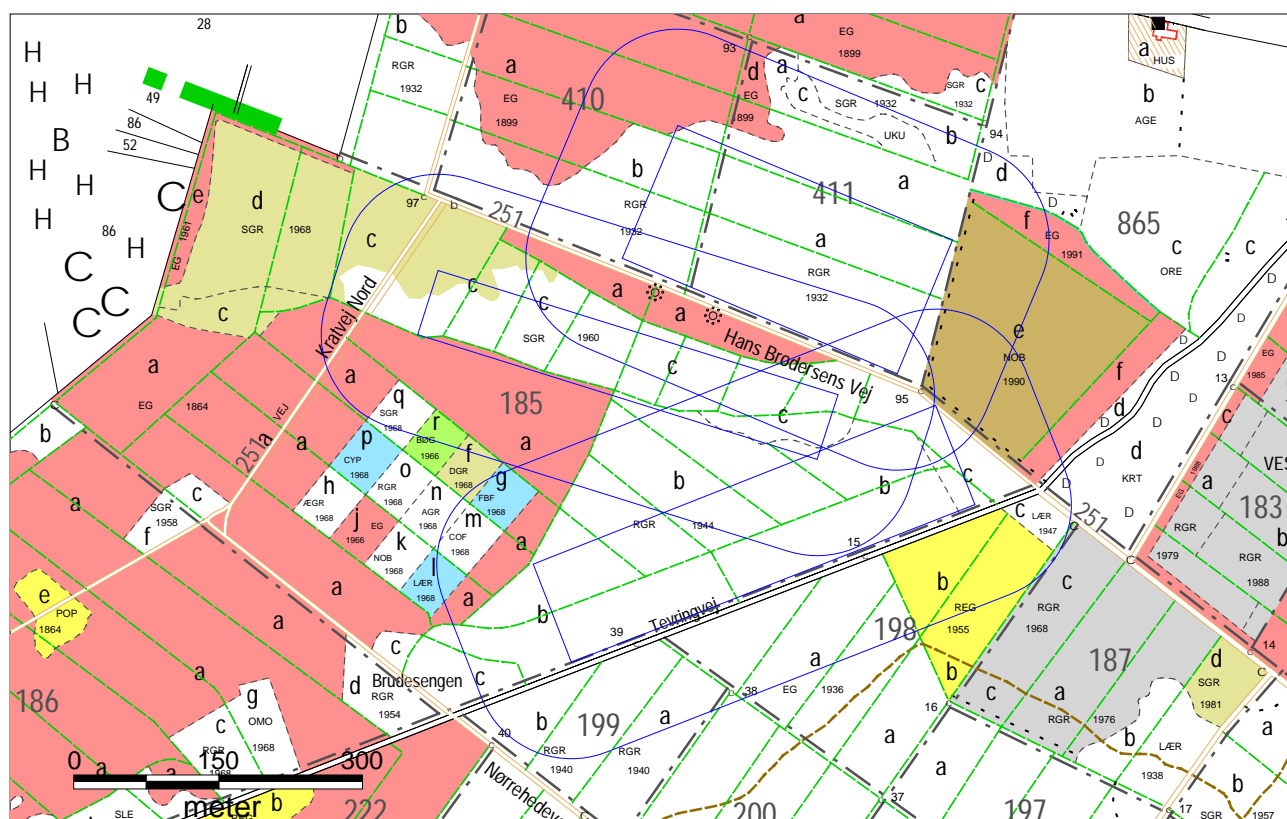
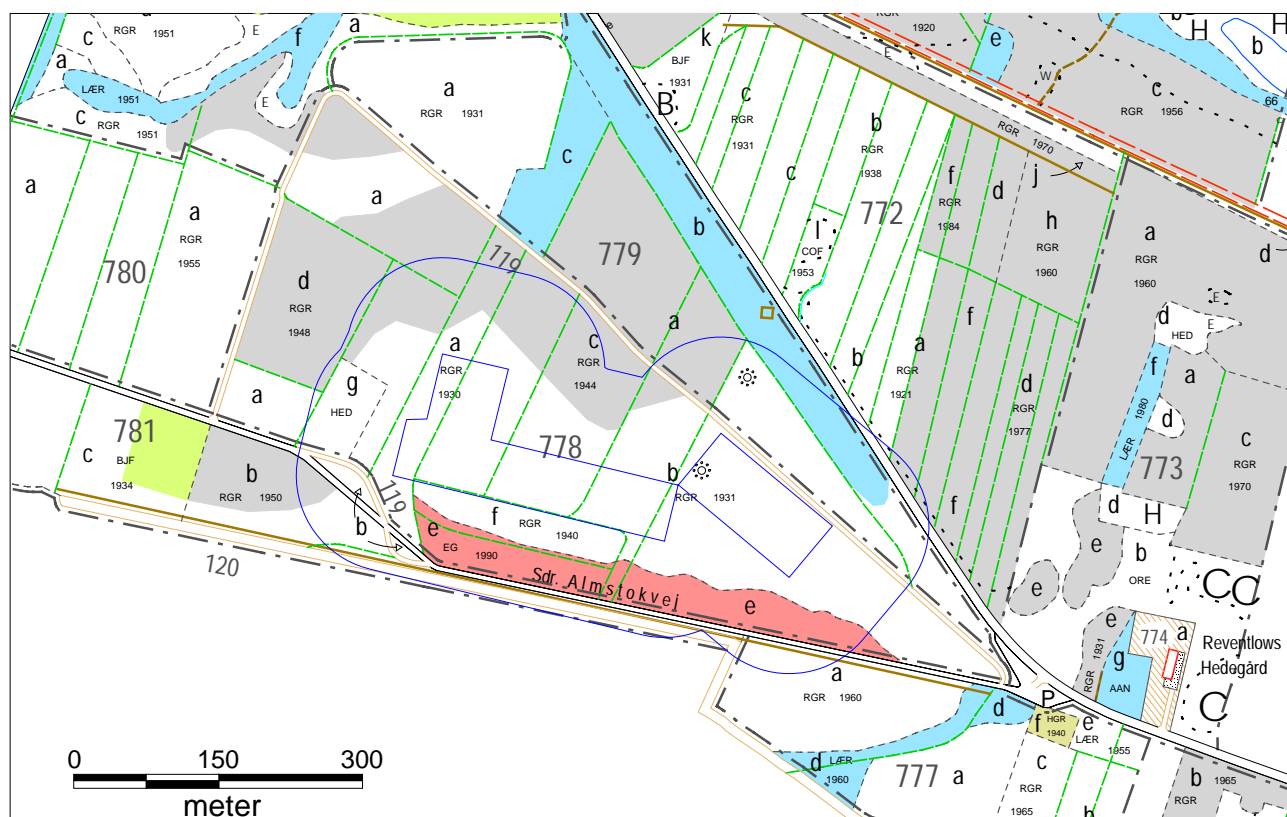
Figur 66. Luftbillede af blok S4 i Stursbøl hegn 1999 før stormfaldet.
(Ortofotos, Copyright COWI a/s)

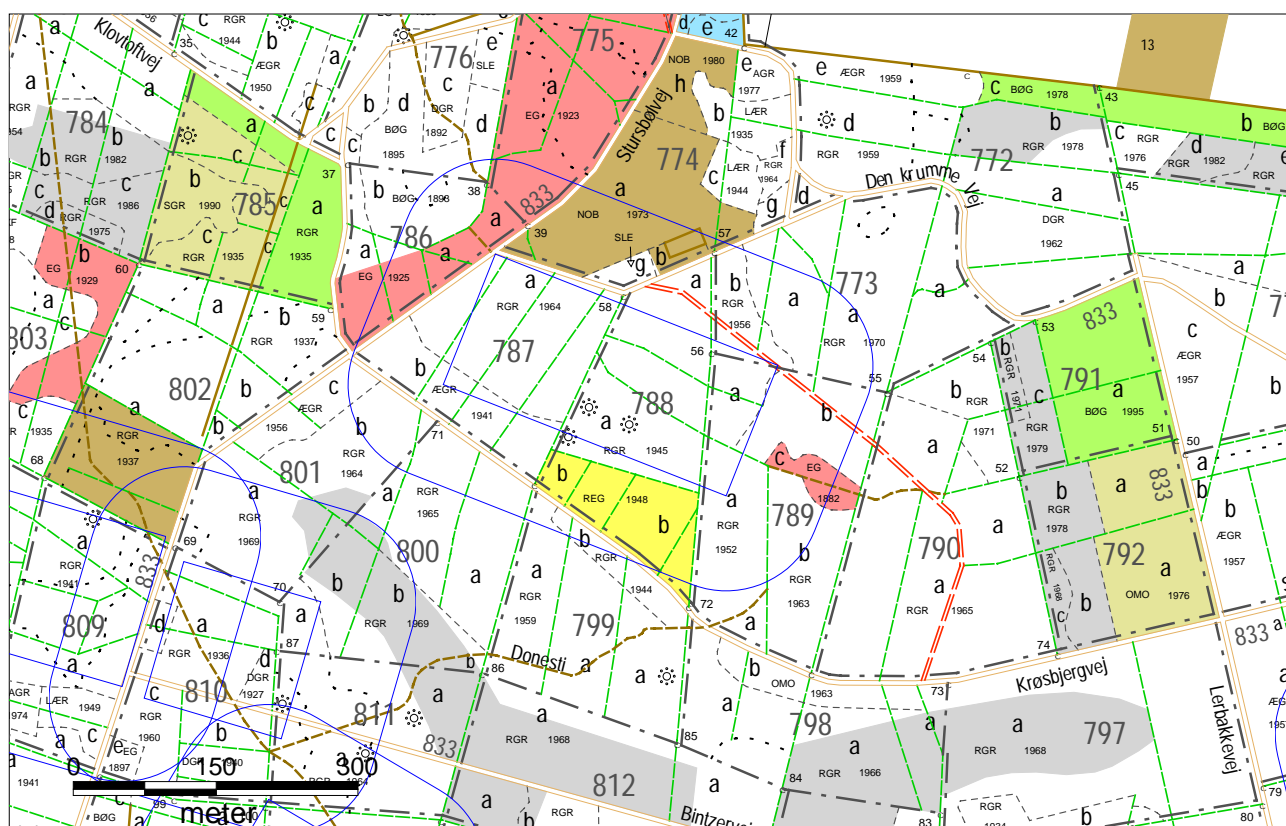
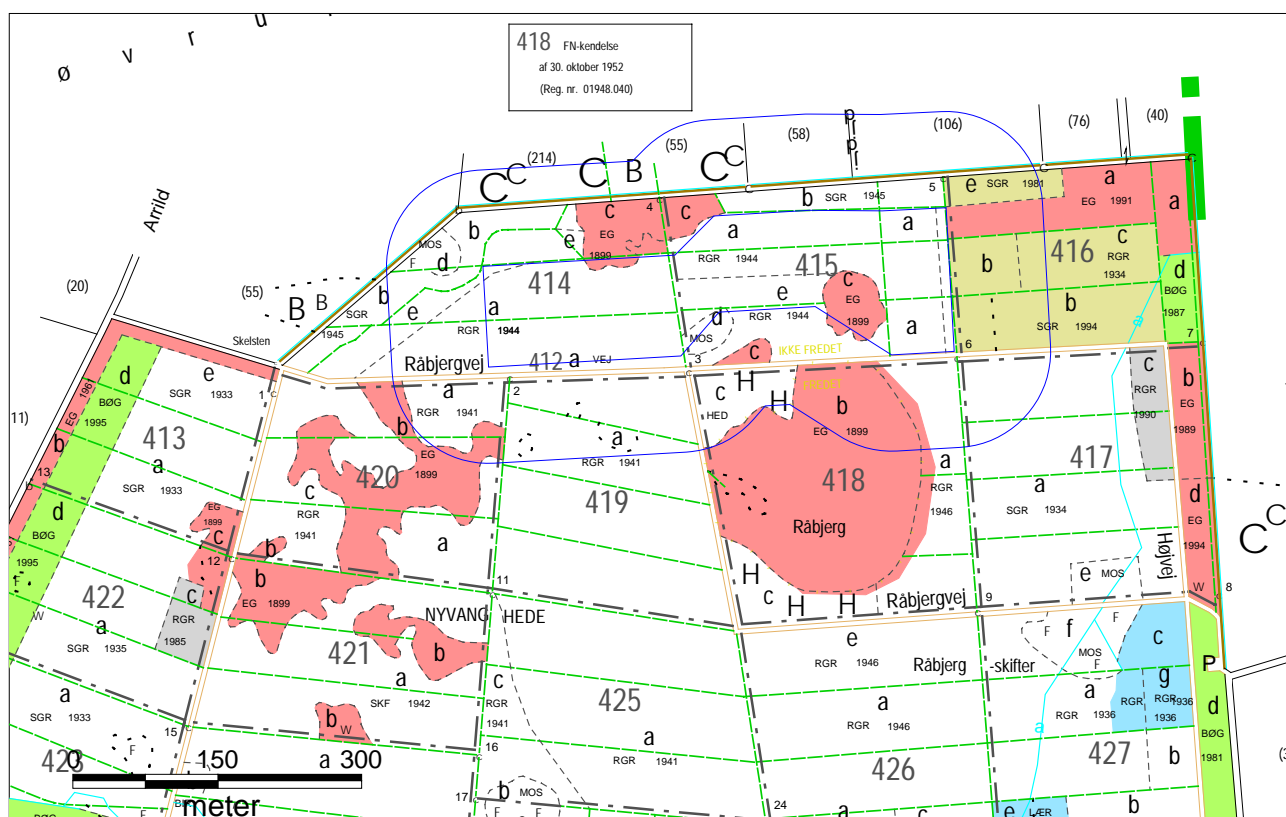
De tynde blå linier afgrænser parcelblokken og en 100 m-buffer omkring ydergrænsen af parcelblokken. De farvelagte arealer betegner bevoksninger eller bevoksningsdele som stod tilbage efter stormfaldet i 1999.

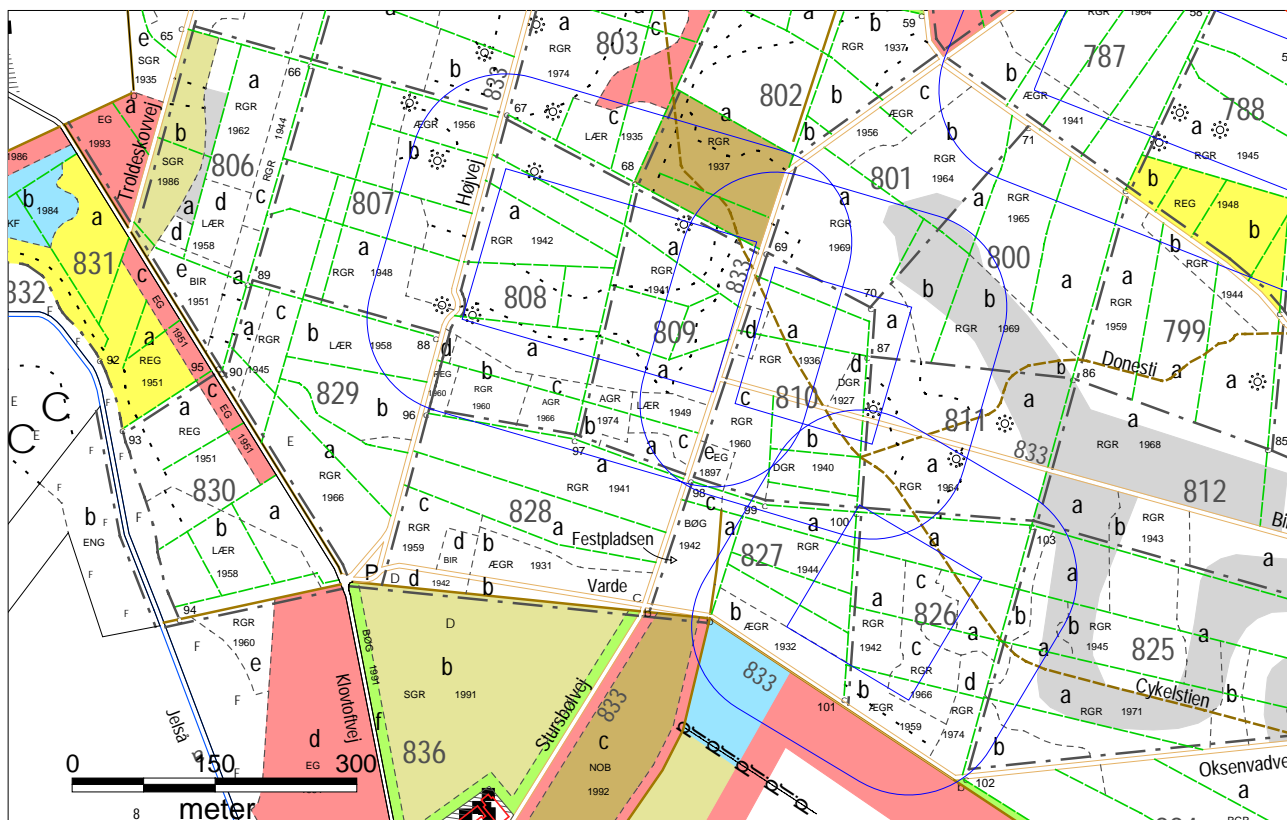


Figur 67. Blok F1 i Frederikshåb Plantage.

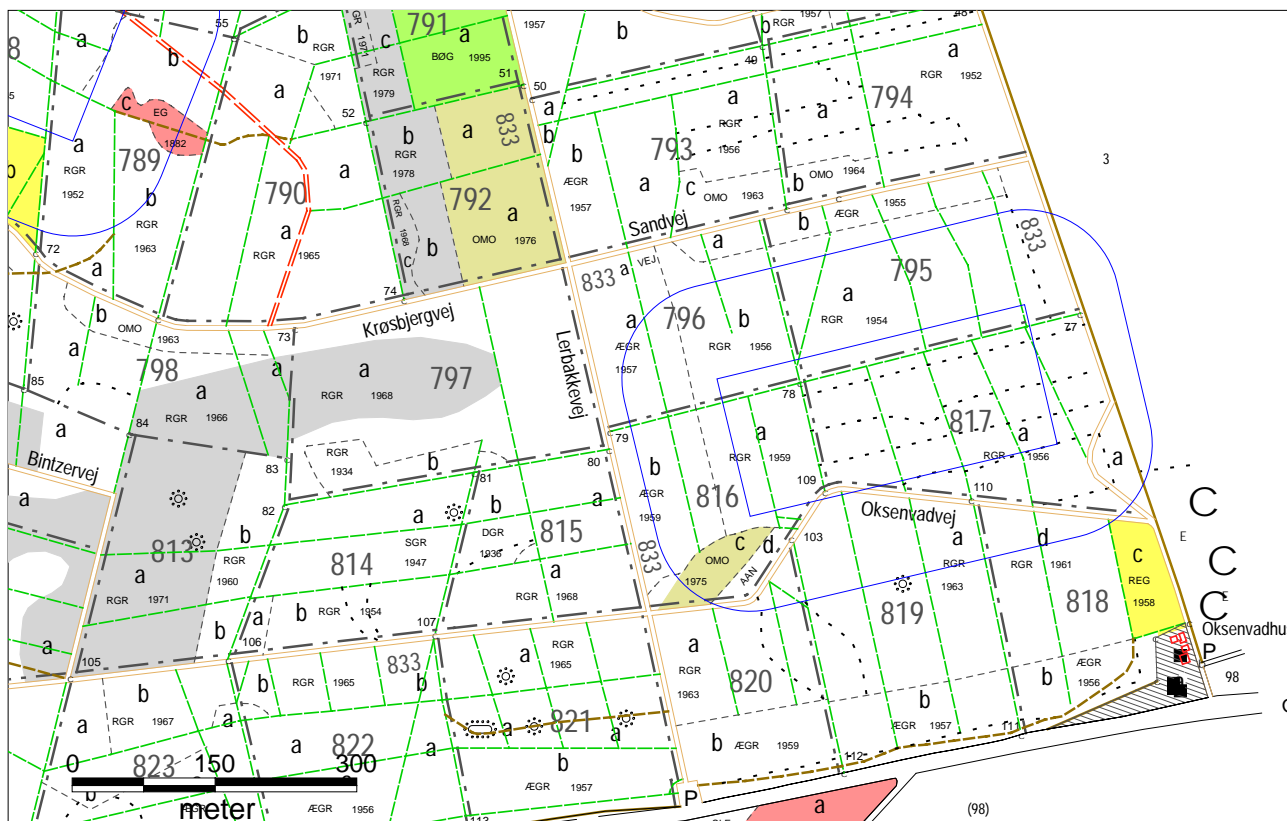






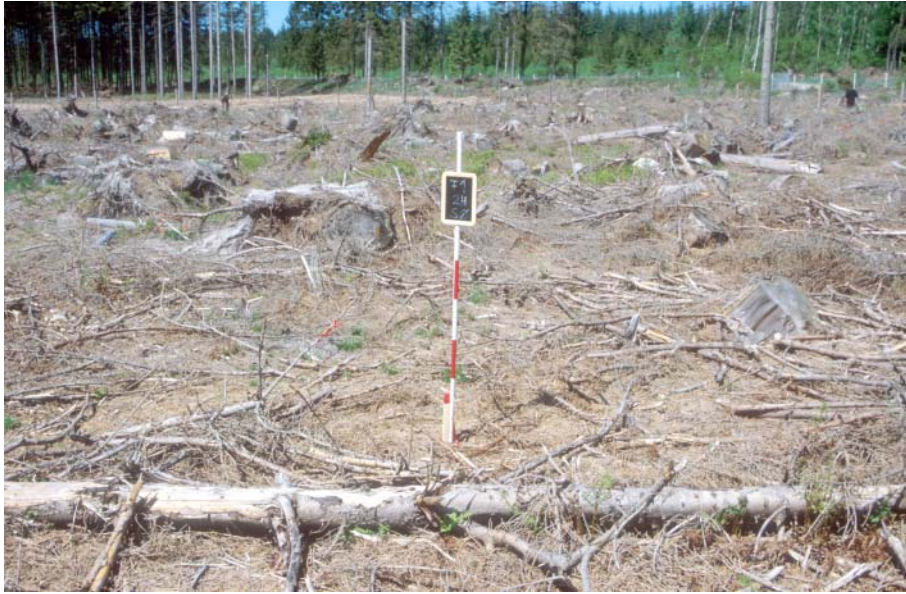


Figur 74. Blok S2 og S3 i Stursbøl Hegn.



Figur 75. Blok S4 i Stursbøl Hegn.

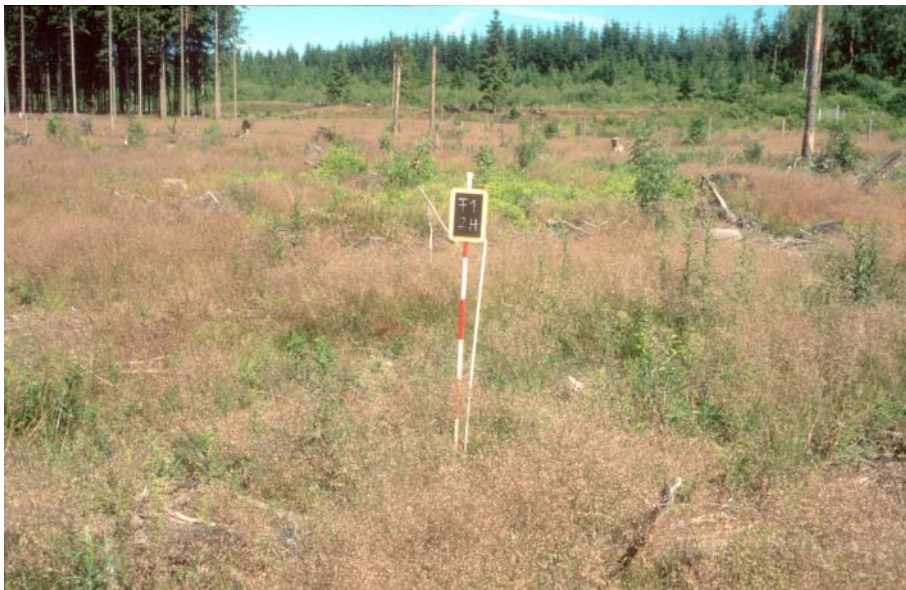
13.5 Bilag 5: Udvalgte fotografier af forsøgsparcerne



Figur 76. Parcel F12h 2001.



Figur 77. Parcel F12h 2002.



Figur 78. Parcel F12h 2003.



Figur 79. Parcel L32h 2001.



Figur 80. Parcel L32h 2002.



Figur 81. Parcel L32h 2003.



Figur 82. Parcel S42 2001.



Figur 83. Parcel S42 2002.



Figur 84. Parcel S42 2003.

Arbejdsrapporter *Skov & Landskab*

- Nr. 1 · 2004 Etablering af løvtræ på marginale landbrugsjorder
- Nr. 2 · 2004 Sekventiel udbringning af gødning til nordmannsgran juletræer
- Nr. 3 · 2004 Metroens effekt på ansattes transportadfærd
- Nr. 4 · 2004 Æstetisk sansning og naturvidenskabelig naturforståelse
- Nr. 5 · 2004 endnu ikke udgivet
- Nr. 6 · 2005 Status og anbefalinger for friluftsliv i forbindelse med Nationalpark Nordsjælland
- Nr. 7 · 2005 Recirkulering af aske i skove
- Nr. 8 · 2005 Biomasse til energiformål
- Nr. 9 · 2005 Forsøg på bekæmpelse af Blåtop på Randbøl Hede
- Nr. 10 · 2005 endnu ikke udgivet
- Nr. 11 · 2005 Genetablering af skov på stormfaldsarealer ved naturlig foryngelse